

## Muuttuvan reittiopastuksen arviointi - Vt 4 Lahti–Heinola

Tiehallinnon selvityksiä 15/2004



**Tomi Laine**

# **Muuttuvan reittiopastuksen arviointi - Vt 4 Lahti–Heinola**

**Tiehallinnon selvityksiä 15/2004**

*Kansikuva: Vt 4, Tiehallinto*

ISSN 1457-9871  
ISBN 951-803-241-6  
TIEH 3200865

Verkkoversio ([www.tiehallinto.fi/julkaisut](http://www.tiehallinto.fi/julkaisut))pdf  
ISSN 1459-1553  
ISBN 951-803-242-4  
TIEH 3200856-v

Edita Prima Oy  
Helsinki 2004

Julkaisua myy:  
[asiakaspalvelu.prima@edita.fi](mailto:asiakaspalvelu.prima@edita.fi)  
puh. 020 450 011  
fax. 020 450 2470



TIEHALLINTO  
Opastinsilta 12 A  
PL 33  
00521 HELSINKI  
Puhelinvaihte 0204 22 11



**Asiasanat:** muuttuva reittiopastus, liikenteen hallinta, liikenteen seuranta, telematiikka, liikenteen tiedotus, matka-aikamittaus

**Aiheluokka:** 20

## TIIVISTELMÄ

Matka-aikojen seurannalla ja tiedotuksella pyritään rauhoittamaan liikennettä ja parantamaan liikenteen sujuvuutta ruuhkaisissa liikennetilanteissa. Seurantatietoa voidaan hyödyntää myös opastettaessa liikennettä vaihtoehtoiselle reitille ylikysynnän aikana. Suomessa muuttuva reittiopastus sekä matka-aikatiedotus on käytössä vt 4:llä Lahden ja Heinolan välillä. Jakso on kolmikaistainen ohituskaistatie, joka ruuhkautuu säännöllisesti kesän viikonloppuliikenteessä. Tämän tutkimuksen tarkoitus on ollut selvittää muuttuvan reittiopastuksen vaikutusta reitinvalintaan ja ruuhkautumiseen sekä arvioida reittiopastuksen yhteiskuntataloudellista kannattavuutta sekä mahdollisia sovelluskohteita. Tutkimuksen aineistona on käytetty vt 4 Lahti-Heinola -välin seurantajärjestelmien tietoja vuoden 2003 tammikuusta marraskuun alkuun sekä vt 4:ltä että rinnakkaistieltä mt 140.

Kesällä 2003 vt 4 ruuhkautui säännöllisesti viikonloppuliikenteessä toukokuun puolivälistä lokakuun puoliväliin. Lisäksi ruuhkia esiintyi juhlapyhien yhteydessä sekä onnettomuustilanteissa. Ruuhkat olivat vakavampia menoliikenteessä. Ohituskaistatie ruuhkautui kysyntähuipuissa, joita vastaava tuntiliikennemäärä ruuhkasuuntaan oli 1 400–1 570 ajon/h. Todelliset tuntiliikennemäärät olivat tätä alhaisemmat. Ruuhkautumisen alkamisen jälkeen vt 4:n välityskyky laski tasolle 960–1 200 ajon/h. Rinnakkaistien mt 140:n välityskyvyksi arvioitiin yli 1 200 ajon/h ruuhkasuuntaan.

Tutkimuksen perusteella reittiopastus ja matka-aikainformaatio siirtävät liikennettä rinnakkaistielle ja siten lieventävät ruuhkautumisen haittoja. Tekstimuotoinen opastus lisää rinnakkaistielle siirtyvää liikennemäärää erityisesti ruuhkautumisen alkuvaiheessa, jolloin ruuhkasta muodostuu lievempi. Odottamattomassa ruuhkatilanteessa pelkällä matka-aikainformaatiolla ei saada aikaan riittävän suurta siirtymää rinnakkaistielle.

Opastuksen hyötyjä arvioitiin jonomallilla olettamalla, että rinnakkaistielle olisi ohjautunut 30 % vähemmän liikennettä, mikäli opastusta ei olisi toteutettu. Tulosten perusteella suorat aikakustannushyödyt tavanomaisessa menoliikenteen ruuhkassa ovat noin 10 000 euroa. Näistä kertyy Lahden ja Heinolan välillä vuotuinen 260 000 euron aikahyöty. Uuden vastaavan järjestelmän investointikustannukseksi arvioitiin noin 220 000 euroa. Laskennallinen aikakustannuksiin perustuva hyöty-kustannussuhde on herkkyystarkastelujen perusteella 4,2–8,8. Lisäksi järjestelmällä on muita merkittäviä laskelmaan sisältymättömiä hyötyjä, kuten turvallisuuden parantuminen sekä matkustuskavuuden parantuminen.

Arvioinnin perusteella tulisi jatkossa parantaa opastuksen vaikuttavuutta ruuhkan alkuvaiheessa. Tulevaisuudessa matka-aikaestimaatin tarkkuutta voidaan parantaa lyhyen aikavälin ennusteilla. Järjestelmän käyttöönotto on kannattavaa kaksikaistaisilla teillä ja ohituskaistateilla, joilla 20 000 ajoneuvon vuorokausiliikenne (poikkileikkauksessa) ylittyy vähintään 10 päivänä vuodessa ja joilla on olemassa hyvä vaihtoehtoinen reitti. Matka-aikatiedotuksen ja reittiopastuksen kannalta hyviä sovelluskohteita olisivat suurimpien kaupunkien ohitustiet, pääkaupunkiseudun pääväylät sekä vilkasliikenteiset päätiet suurten parannustöiden yhteydessä.



## SAMMANFATTNING

Genom uppföljning av restiderna och information strävar man efter att lugna trafiken och förbättra trafikframkomligheten i rusningstider. Uppföljningsuppgifterna kan också utnyttjas då trafiken leds till alternativa rutter vid överstor efterfrågan. Variabel trafikskyltning samt restidsinformation används i Finland på riksväg 4 mellan Lahtis och Heinola. Vägavsnittet är en trefältsväg med omkörningskörfält. Trafiken på vägavsnittet stockar sig regelbundet under sommarveckosluten. Syftet med denna undersökning har varit att reda ut den variabla skyltningens inverkan på val av rutt och trafikstockningar, samt att utvärdera ruttskyltningens samhällsekonomiska lönsamhet och eventuella tillämpningsobjekt. Som forskningsmaterial har använts uppgifter från uppföljningssystemet från januari till början av november 2003 för riksväg 4, avsnittet Lahtis – Heinola, inklusive uppgifter från parallellvägen (lv 140).

Under sommaren 2003, från medlet av maj till medlet av oktober, stockade sig trafiken på riksväg 4 regelbundet under veckosluten. Trafiken stockade sig dessutom vid helger och i olyckssituationer. Trafikstockningarna var större i trafiken inför helgen än i returtrafiken. Trafiken på vägen med omkörningskörfält stockade sig vid maximal efterfrågan. Timtrafiken i rusningstrafikens riktning var då 1400–1570 bilar i timmen. De verkliga timtrafikmängderna var mindre. Efter att rusningstrafiken hade börjat sjönk trafikkapaciteten på riksväg 4 till en nivå på 960–1200 bilar i timmen. Kapaciteten på parallellvägen beräknades i rusningstrafikens riktning till drygt 1200 bilar i timmen.

Enligt undersökningen leder ruttskyltningen och trafikinformationen trafik till parallellvägen och underlättar därmed problemen med rusningstrafik. Information i textform styr en större trafikmängd till parallellvägen speciellt då rusningstrafiken börjar, varvid stockningarna blir lindrigare. Vid oväntade trafikstockningar räcker enbart restidsinformationen inte till för att styra en större trafikmängd till parallellvägen.

Nyttan med skyltningen utvärderades med en kömodell genom att anta att 30 % mindre trafik skulle ha styrts till parallellvägen ifall skyltningen inte hade förverkligats. Under en normal rusning vid utgående trafik är de direkta tidsinbesparingarna på basis av resultaten ca 10 000 euro. Mellan Lahtis och Heinola ger detta en årlig tidsmässig nytta på ca 220 000 euro. Nyttokostnadskvoten, som baserar sig på kalkylerade tidskostnader, är enligt känslighetsanalyserna 4,2–8,8. Systemet innehåller dessutom andra betydande fördelar som inte ingår i kalkylen, exempelvis förbättrad trafiksäkerhet samt större reskomfort.

Enligt bedömningen bör skyltningen framdeles förbättras så att den har effekt då rusningstrafiken börjar. I framtiden kan restiden beräknas noggrannare med korttidsprognoser. Det lönar sig att ta i bruk systemet på trafikleder där dygnstrafiken överskrider 20 000 bilar i dygnet (i en tvärsektion) minst 10 dagar om året och där en bra alternativ rutt finns. Omfartsvägarna vid större städer, huvudstadsregionens huvudtrafikleder samt stora förbättringsarbeten på livligt trafikerade huvudvägar, skulle vara lämpliga tillämpningsobjekt med tanke på restidsinformation och variabel ruttskyltning.



**Keywords:** variable route guidance, traffic management, traffic monitoring, telematics, traffic information, travel time measurement

## SUMMARY

Travel time monitoring and information are used to calm traffic and increase the efficiency of traffic flow in congested traffic situations. Information can be used to guide traffic to alternative routes during periods of high demand. In Finland variable route guidance and travel time information by VMS are used on main road 4 between Lahti and Heinola. The section is a three-lane highway with overtaking-lane, repeatedly congested during weekend traffic in summertime. The aim of this project has been to study the effects of variable route guidance to route choice and congestion and also to evaluate the socio-economical profitability and possible future applications for route guidance. The study is based on the data of traffic monitoring systems from both main road 4 and alternative road 140 between January-November 2003.

Main road 4 was congested repeatedly in the weekend traffic from mid-May to mid-October in 2003. In addition congestion was observed in association with public holidays and traffic accidents. The congestion was more severe on Fridays than on Sundays. The congestion started to build after peak demand that corresponds to traffic volume of 1 400–1 570 vehicles per hour to one direction. The real observed hourly traffic volumes were lower. After the start of the congestion, the capacity dropped to 960–1 200 vehicles/hour/direction. The capacity of the alternative route road 140 was estimated to be higher than 1 200 vehicles/hour/direction.

The study proved that variable route guidance and travel time information shift traffic to alternative route and thus mitigate the harmful effects of congestion. The route guidance in text format increases the shift of traffic especially in the beginning of congestion, hence forming a milder congestion. In an unexpected congestion travel time information alone is not powerful enough to achieve a satisfying shift to alternative route.

The benefits of route guidance were assessed using a queuing model with an assumption, that the use of alternative route would have been 30 % lower in case without route guidance. The results show that the direct time saving in a customary Friday's congestion is approximately 10 000 euros. This corresponds to annual savings of 260 000 euros. The investment cost of the system based on the present prices is approximately 220 000 euros. On the basis of sensitivity analyses the calculatory cost-benefit ratio based on time saving is 4,2–8,8. In addition, there are several notable benefits that are excluded from the calculation, such as increased traffic safety and travel convenience.

On the basis of the evaluation, the effectiveness of route guidance should be strengthened in the beginning of the congestion. In the future, it is possible to increase the accuracy of travel time estimates using short-term prediction models. The use of the system is feasible on two-lane road sections, where the demand of 20 000 vehicles per day is exceeded 10 times in a year and where good alternative route exists. Suitable application sites for travel time information and variable route guidance can be bypass-roads of biggest cities, the main roads of Helsinki Metropolitan Area and busy main highways during road works with large impacts to traffic flow.

## ESIPUHE

Tiehallinnolla on käytössä Hämeen tiepiirissä valtatiellä 4 muuttuvan reittiopastuksen taulu, jolla ohjataan tienkäyttäjiä ruuhkatilanteissa rinnakkaiselle maantielle 140. Reittiopastuksen vaikutuksia liikenteeseen arvioitiin vuoden 2003 aikana reittiopastuksen hyödyllisyyden ja yhteiskuntataloudellisuuden selvittämiseksi. Tuloksia hyödynnetään jatkossa mahdollisten toteutuksien hyötyjen arvioinnissa.

Selvityksen teki Tiehallinnon toimeksiannosta DI Tomi Laine Strafica Oy:stä, jossa työhön osallistui myös DI Hannu Pesonen.

Tiehallinnossa työtä ohjasivat DI Magnus Nygård (pj), TkL Kari Korpela ja DI Eini Hirvenoja.

Tietoa järjestelmän teknisistä yksityiskohdista selvityksen tekemiseen antoi Matti Kokkinen, Simulus Oy.

Helsingissä, 11. maaliskuuta 2004

Tiehallinto

Liikenteen palvelut



## Sisältö

ESIPUHE	9
1 JOHDANTO	13
2 MUUTTUVA REITTIOPASTUSJÄRJESTELMÄ	14
2.1 Järjestelmien yleiskuvaus	14
2.2 Järjestelmä vt 4:llä välillä Lahti–Heinola	14
2.3 Kokemuksia reittiopastuksen vaikutuksista	20
Valtatie 4:n Järvenpää–Mäntsälä-välin muuttuva reittiopastus	20
Amsterdamin kehätien ruuhkaopastuksen vaikutukset	20
Muuttuvan reittiopastuksen kehittäminen Englannissa	22
Muita ulkomaisia kokemuksia	22
3 VAIKUTUSTEN ARVIOINTIMENETELMÄT	23
3.1 Lähtöaineisto	23
3.2 Ruuhkautuvuuden ja opastuksen vaikuttavuuden arviointi	23
3.3 Ruuhkakustannusten laskentamallin kuvaus	24
4 TULOKSET	26
4.1 Liikenteen välityskyky vt 4:llä	26
4.2 Liikenteen välityskyky mt 140:llä	30
4.3 Ruuhkatilanteiden määrä vt 4:llä vuonna 2003	31
4.4 Opastuksen vaikutukset mt 140:n liikennemäärään	32
4.5 Opastuksen vaikutukset onnettomuustilanteissa	35
5 YHTEISKUNTATALOUDELLINEN ARVIOINTI	37
5.1 Investointi- ja ylläpitokustannukset	37
5.2 Hyöty-kustannuslaskelma	37
5.3 Yhteiskuntataloudellinen kannattavuus	39
5.4 Järjestelmän sovellettavuus muissa kohteissa	40
6 YHTEENVETO JA PÄÄTELMÄT	42

---

**7 LÄHDELUETTELO****45**

---

**LIITE 1. TARKASTELLUT RUUHKATILANTEET**

---

**LIITE 2. HANKEARVIOINNIN YHTEENVETO**

---

## 1 JOHDANTO

Suomen pääteiden runkoverkolla toistuvia sujuvuusongelmia esiintyy lähinnä suurimmilla kaupunkiseuduilla sekä muulla runkoverkolla viikonloppuliikenteessä ja juhlapyhien yhteydessä. Liikenteen ajantasaisen seurannan, tiedottamisen ja reittiopastuksen avulla on mahdollista lievittää sujuvuusongelmia erityisesti kohteissa, joissa on tarjolla vaihtoehtoisia reittejä, joille liikennettä voidaan opastaa sujuvuuden heikentyessä pääreitillä.

Tieosaseurantaa eli matka-aikojen seuranta on Suomessa toteutettu rekisterikilpien tunnistukseen perustuvalla menetelmällä vt 4:llä Lahden ja Heinolan välillä sekä osalla pääkaupunkiseudun pääteitä. Lisäksi on pilotoitu tieosaseurantaa matkapuhelimien paikannukseen perustuvalla menetelmällä. Vt 4:llä matka-aikatietoa välitetään tienkäyttäjille tienvarteen sijoitetuilla muuttuvilla opasteilla ja lisäksi sen perusteella opastetaan liikennettä ruuhkan aikana rinnakkaistielle muuttuvalla reittiopastusjärjestelmällä. Seurantatietoa hyödynnetään myös tiedotuksessa internetissä sekä radioasemien liikennetiedotteissa.

Muuttuvasta reittiopastuksesta on kokemuksia 1990-luvun puolivälistä, jolloin opastus oli käytössä vt 4:llä Järvenpään ja Mäntsälän välillä. Tällöin liikenteen seuranta toteutettiin pistemittauksella. Järjestelmän vaikutuksia arvioitiin ennen-jälkeen tutkimuksella (Alppivuori ym. 1995).

Tämän työn tavoitteena on ollut arvioida muuttuvan reittiopastusjärjestelmän vaikutuksia sekä yhteiskuntataloudellista kannattavuutta. Tavoitteena on lisäksi ollut antaa suosituksia opastuksen kehittämisestä, määritellä liikenteelliset reunaehdot muuttuvan reittiopastuksen kannattavalle käyttöönotolle sekä tunnistaa hyviä käyttökohteita.

Arviointi on tehty vt 4:n sovelluksesta saatavien seurantatietojen, järjestelmän lokitietojen sekä liikenteen automaattisten mittauspisteiden (LAM) tietojen perusteella. Työssä selvitettiin vt 4:n ruuhkautumista sekä opastuksen vaikutusta liikenteen siirtymiseen rinnakkaistielle 140. Yhteiskuntataloudellisten vaikutusten arvioimisessa hyödynnettiin ruuhkamallia. Aikaisempien kokemusten selvittämiseksi tehtiin kirjallisuuskatsaus. Työssä on keskitytty liikenteellisten vaikutusten arvioimiseen. Tienkäyttäjien kokemuksia, taulujen ymmärrettävyyttä tai järjestelmän teknistä toimivuutta ei ole arvioitu tässä työssä.



## 2 MUUTTUVA REITTIOPASTUSJÄRJESTELMÄ

### 2.1 Järjestelmien yleiskuvauk

Muuttuvia reittiopastusjärjestelmiä käytetään ruuhkien lievittämiseen ohjaamalla liikennettä vaihtoehtoiselle reitille pääreitillä ollessa ruuhkautunut tai ruuhkautumassa. Yleensä järjestelmät perustuvat automaattiseen liikenteen seurantaan ja ruuhkien havainnointiin. Seuranta on toteutettu pistemittauksella induktiosilmukoin tai tieosaseurannalla esimerkiksi rekisterikilpien tunnistukseen perustuvalla menetelmällä. Tieosaseuranta soveltuu pistemittaukseen paremmin matka-aikojen ennustamiseen. Tiehallinnon valtakunnallisessa liikenteen seurannan yleissuunnitelmassa (Tiehallinto 2002) on esitetty, että pisteseuranta voidaan täydentää ajantasaisella tieosaseurannalla (linkkiseurannalla) kaupunkiseuduilla sekä tärkeimmillä pääyhteysväleillä.

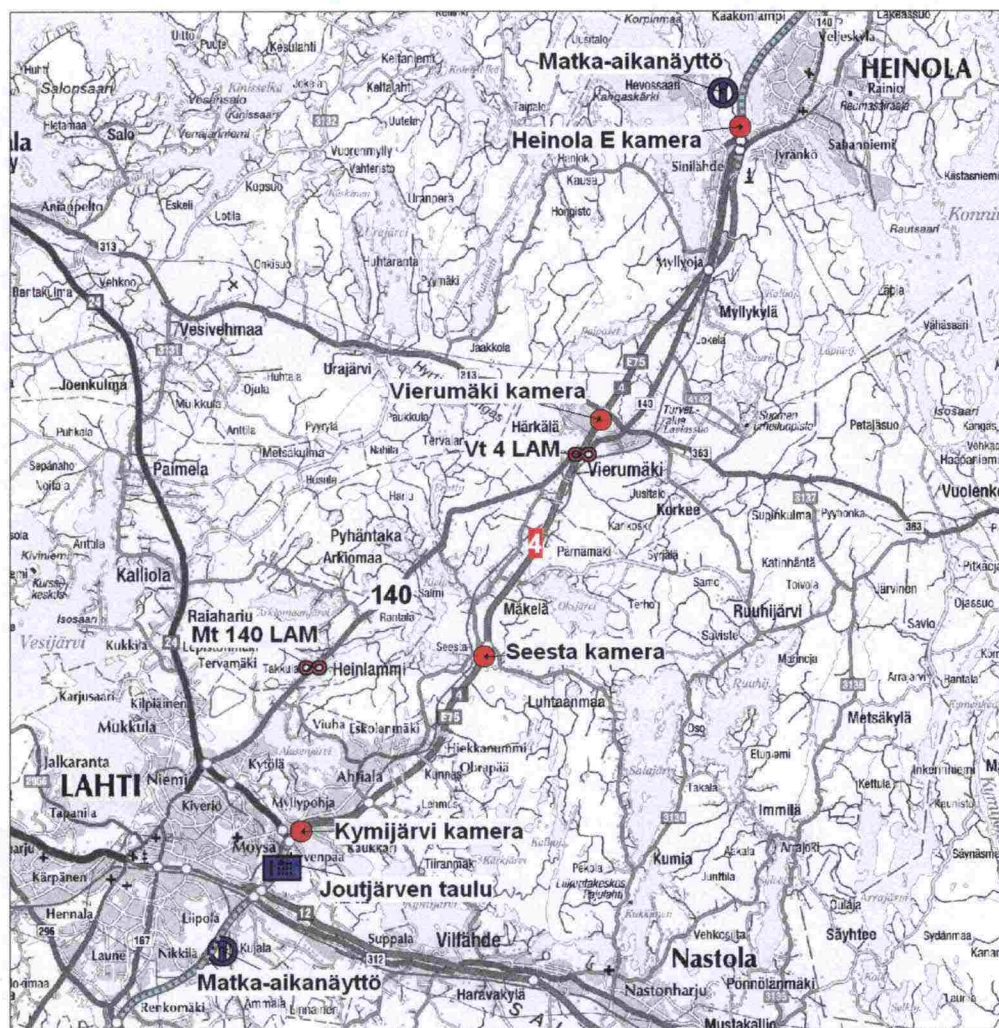
Liikennetilanteen seurantaan perustuvaa reittiopastusta annetaan kuljettajille tienvarteen pystytettävien muuttuvien opastetaulujen avulla. Opaste pystytetään yleensä ennen ensimmäistä liittymää vaihtoehtoiselle reitille. Reittiopastus voi kytkeytyä päälle automaattisesti tai se kytketään manuaalisesti, kun ennalta asetetut liikennevirran ominaisuuksien raja-arvot ylittyvät. Reittiopastuksen tavoitteena on optimoida tieverkon kapasiteetin käyttöä (Karhumäki 2001).

Matka-ajan seurantarjestelmät Suomessa perustuvat nykyisin automaattiseen rekisterikilpien tunnistukseen. Lisäksi on pilotoitu matkapuhelimien paikannukseen perustuvaa seurantarjestelmää. Rekisterikilpien tunnistukseen perustuvan järjestelmän etu on, että se tunnistaa ajoneuvot liikennevirrasta ilman erillisiä tunnistimia tai lähettämiä aina niiden ohittaessa mittauspisteeseen. Ohittaneiden ajoneuvojen rekisterikilvet ja ohitusajankohdat tallennetaan ja perätaisten mittauspisteiden tietoja verrataan keskenään. Yhdistämällä saman ajoneuvon tiedot kahdessa pisteessä saadaan laskettua ajoneuvon matkaan käyttämä aika eli ajoneuvon matka-aika. Järjestelmä ei kerää tietoja ohittaneista ajoneuvoista pysyvään rekisteriin ja laskettuja matka-aikoja ei pistevertailun jälkeen voida yhdistää tiettyyn ajoneuvoon. (Eloranta 1999.)

### 2.2 Järjestelmä vt 4:llä välillä Lahti–Heinola

Valtatie 4 on Lahden ja Heinolan välillä ohituskaistoilla varustettu moottoriliikennetie. Tien liittymät ovat eritasoliittymiä. Vt 4:llä on koko tarkastelujaksolla rinnakkaistie mt 140. Matka-aikojen seurantarjestelmä on toteutettu neljällä mittausasemalla (Kymijärvi, Seesta, Vierumäki ja Heinola E), eli 28 km:n seurattava tiejakso on jaettu molemmissa suunnissa kolmeen, 8,8–10,3 km pitkään seurantalinkkiin. Järjestelmään kuuluu kaksi matka-aikanäyttötaulua (Lahti ja Heinola) sekä Joutjärven tien yläpuolinen muuttuva opaste (Heinolan suuntaan), joka otettiin käyttöön alkukesällä 2002. Taulu toimii automaattisesti, mutta myös manuaalinen ohjaus on mahdollinen. Järjestelmän toimintaa valvotaan ja ohjataan Tiehallinnon Tampereen liikennekeskuksesta. Seuranta-alueella on myös kaksi videokameraa ja yksi tiesääasema sekä LAM-pisteet vt 4:llä ja mt 140:llä.





Kuva 1. Mittauslaitteiden ja informaationäyttöjen sijainnit. 2+2 –kaistainen moottoritieosuus vt 4:llä on esitetty kartassa pistekatkoviivalla.

Reitti Kymijärveltä Heinolan eteläiseen liittymään pitenee vain noin 3 kilometriä, kun käytetään vaihtoehtoista reittiä mt 140:n kautta. Tästä syystä alue on muuttuvan reittiopastuksen sovellettavuuden kannalta hyvä. Seuraavassa taulukossa on esitetty vaihtoehtoisten reittien ominaisuuksia vaipaissa olosuhteissa.

Taulukko 1. Vaihtoehtoisten reittien ominaisuudet välillä Kymijärvi (Lahti) –Heinola E.

	Vt 4	Mt 140
Reitin pituus (km)	28,1	31,3
Nopeusrajoitus (km/h)	100	70-80
Matka-aika vapaassa liikennetilanteessa (min)	17,4	23,8



Kuvissa 2 ja 3 on esitetty Joutjärven muuttuva reittiopastustaulu.



Kuva 2. Muuttuva reittiopastustaulu vt 4:llä Joutjärvellä Heinolan suuntaan.



Kuva 3. Joutjärven taulu ruuhkan kasvamisvaiheessa.

Järjestelmä valitsee näytettävän viestin automaattisesti viestikirjastosta ennalta asetettujen matka-ajan raja-arvojen avulla. Taulukossa 2 on esitetty muuttuvan reittiopastusjärjestelmän näyttämät viestit sekä niiden perusteena oleva matka-aikamittauksen mediaani vt 4:n sovelluksessa. Viestit on luokiteltu evaluointityötä varten luokkiin 1–4 ruuhkan vakavuusasteen mukaan. Luokitusta on hyödynnetty opastuksen vaikuttavuuden arvioinnissa.



Taulukko 2. Joutjärven taulun automaattiset viestit ja niiden perusteena oleva matka-ajan mediaani (Kokkinen 2003).

Tilanne	Matka-ajan mediaani (min)	Automaattinen viesti
1 Normaali	< 28	MATKA-AIKA LAHTI-HEINOLA XX-XX MINUUTTIA
2 Alkava ruuhka	28-37 kasvaa	TIE RUUHKAUTUMASSA VÄLTÄ OHITTAMISTA HEINOLAAN XX-XX MIN
3 Paheneva ruuhka	38-45 kasvaa	HEINOLAAN XX-XX MIN VAIHTOEHTOINEN REITTI TIE 140
4 Paha ruuhka	> 40	TIE RUUHKAUTUNUT KÄYTÄ TIETÄ 140
3 Purkautuva paha ruuhka	33-39 laskee	TIE RUUHKAUTUNUT VAIHTOEHTOINEN REITTI TIE 140
2 Purkautuva ruuhka	28-32 laskee	TIE RUUHKAUTUNUT HEINOLAAN XX-XX MIN VÄLTÄ OHITTAMISTA
1 normaali	< 28	MATKA-AIKA LAHTI-HEINOLA XX-XX MINUUTTIA

Lisäksi järjestelmässä on viestikirjasto, jossa on valmiita viestipohjia erikoistilanteille, kuten onnettomuuksille. Erikoistilanteiden viestit otetaan käyttöön manuaalisesti liikennekeskuksesta.

Opastuksessa hyödynnetty matka-aikaestimaatti perustuu viimeisimpiin mittauksiin ja se lasketaan eri osalinkkien matka-aikojen summana. Seuraavassa on esitetty matka-aikaestimaatin laskentaan käytettävä kaava.

$$JT_e = Vakio_{ajoaika} + MA_1 + MA_2 + MA_3 + Vakio_{käyttäjä}$$

jossa  $JT_e$  = Merkkien näyttämä matka-aika

$Vakio_{ajoaika}$  = ajoaika näyttötaululta ensimmäiseen mittauspisteeseen (191 s)

$MA_1$  = Ensimmäisen linkin matka-aika (Kymijärvi-Seesta)

$MA_2$  = Toisen linkin matka-aika (Seesta-Vierumäki)

$MA_3$  = Kolmannen linkin matka-aika (Vierumäki-Heinola E)

$Vakio_{käyttäjä}$  = Liikennekeskuksesta käsin syötetty aikakorjaus (180-240 sekuntia)

Osalinkin matka-aika määritetään viimeisten 10 minuutin matka-aikamediaanin perusteella. Päivinä, jolloin ruuhkautuminen on todennäköistä, otetaan käyttöön liikennekeskuksesta asetettava aikakorjaus 180–240 sekuntia, joka lisätään laskettuun matka-aikaan puolenpäivän jälkeen. Aikakorjauksella parannetaan matka-aikaestimaatin tarkkuutta ruuhkan kasvu-

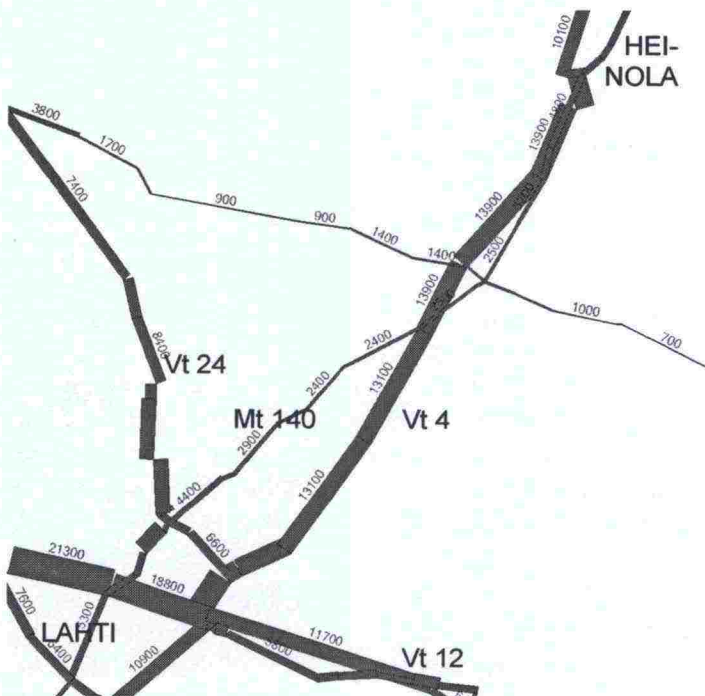
vaiheessa. Aikakorjaus poistetaan, kun ruuhka on pahimmillaan. (Kokkinen 2003.)

Lisäksi seurantajärjestelmän tuottamaa matka-aikatietoa välitetään tienkäyttäjille tienvarteen sijoitettavin opastustauluin sekä Lahden että Heinolan suunnassa. Taulut ovat 2 m x 5 m kokoisia ja niissä on kahdella luvulla matka-aikatietoa näyttävä led-osa (kuva 4). Merkkejä ohjataan keskusjärjestelmän kautta ja niihin on GSM-datayhteys. Opasteen muuttuvassa osassa on GSM-modeemi, pieni PC sekä itse näyttöosa.



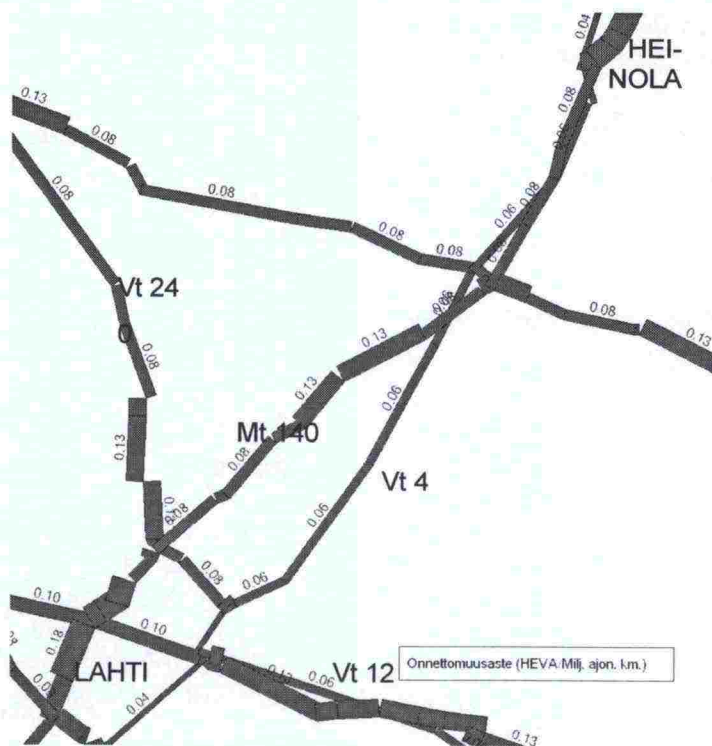
Kuva 4. Matka-aikanäyttö vt 4:llä Heinolassa.

Kuvassa 5 on esitetty KVL-liikenteet tarkastelualueelta.



Kuva 5. Keskimääräinen vuorokausiliikenne (KVL) 2002 tarkastelualueella (Lähde: Tierekisteri).

Kuvassa 6 on esitetty henkilövahinko-onnettomuusasteet tarkastelualueelta. Onnettomuusasteet selvitettiin opastuksen turvallisuusvaikutusten arvioimiseksi. Mt 140:n onnettomuusaste on paikasta riippuen noin 30–100 % korkeampi kuin vt 4:llä.



Kuva 6. Henkilövahinko-onnettomuusasteet tarkastelualueella (Lähde: Onnettomuusrekisteri).



## 2.3 Kokemuksia reittiopastuksen vaikutuksista

### Valtatie 4:n Järvenpää-Mäntsälä-välin muuttuva reittiopastus

Vuonna 1994 asennettiin Valtatielle 4 Järvenpään liittymän eteläpuolelle reittiopastustaulu, jolla vt 4:n ruuhkautuessa opastettiin liikennettä vaihtoehtoiselle reitille maantielle 140. Järjestelmä seurasi liikennetilannetta vt 4:llä kuuden pistemittausaseman avulla ja rinnakkaistiella yhden pistemittausaseman avulla. Kun vt 4:llä liikennevirran pistenopeus laski mittauspisteessä alle sovituksen rajan, järjestelmä opasti tekstimuotoisilla esiohjelmoiduilla viesteillä autoilijoita rinnakkaistielle. Mikäli mt 140:n mittausasema ilmoitti rinnakkaistien ruuhkautumisesta, reittiopastustaululla ilmoitettiin molempien reittien ruuhkautumisesta eikä varsinaista reittiopastusta annettu. Järjestelmän näyttötaulu oli sama kuin nyt Lahden ja Heinolan välillä käytössä oleva taulu.

Reittiopastuksen vaikutuksia tutkittiin ennen-jälkeen -tutkimuksella vuosina 1993–1994. Opastus kasvatti poistumisprosenttia infotaulun jälkeisessä liittymässä 0–20 %-yksikköä. Poistumisprosentin havaittiin riippuvan liikennemäärästä, mikä kertoi siitä, että autoilijat käyttivät päätöksenteossaan myös itse tekemiään havaintoja liikennetilanteesta. Reittiopastus aiheutti jonkin verran epävarmuutta liikennekäyttäytymiseen erkanemisrampin kohdalla, varsinaisia vaaratilanteita ei kuitenkaan esiintynyt. Haastatelluista kuljettajista 81 % ilmoitti havainneensa reittiopastustaulun. Noin neljännes mt 140:tä käyttäneistä ilmoitti reitinvalinnan syyksi opastuksen. (Alppivuori ym. 1995.)

Reittiopastuksen ansiosta koko korridorin matkanopeudet ruuhkatilanteissa nousivat. Taloudelliset vaikutukset arvioitiin vähäisiksi, koska jälkeennmittauksissa ei esiintynyt pahoja ruuhkatilanteita. Tärkeimmäksi vaikutukseksi arvioitiin autoilijoiden asenteisiin ja ajotapaan kohdistuvat vaikutukset. (Alppivuori ym. 1995.)

Ruuhkan havaitsemisen parantamiseksi suositeltiin, että mittauspiste siirretäisiin pullonkaulan kohdalle (loiva pitkä ylämäki), jotta opastus saataisiin päälle jo 10 minuuttia aikaisemmin. Ruuhkautumisen ennustamisen todettiin olevan vaikeaa pelkästään pistemittautustietojen perusteella. (Alppivuori ym. 1995.)

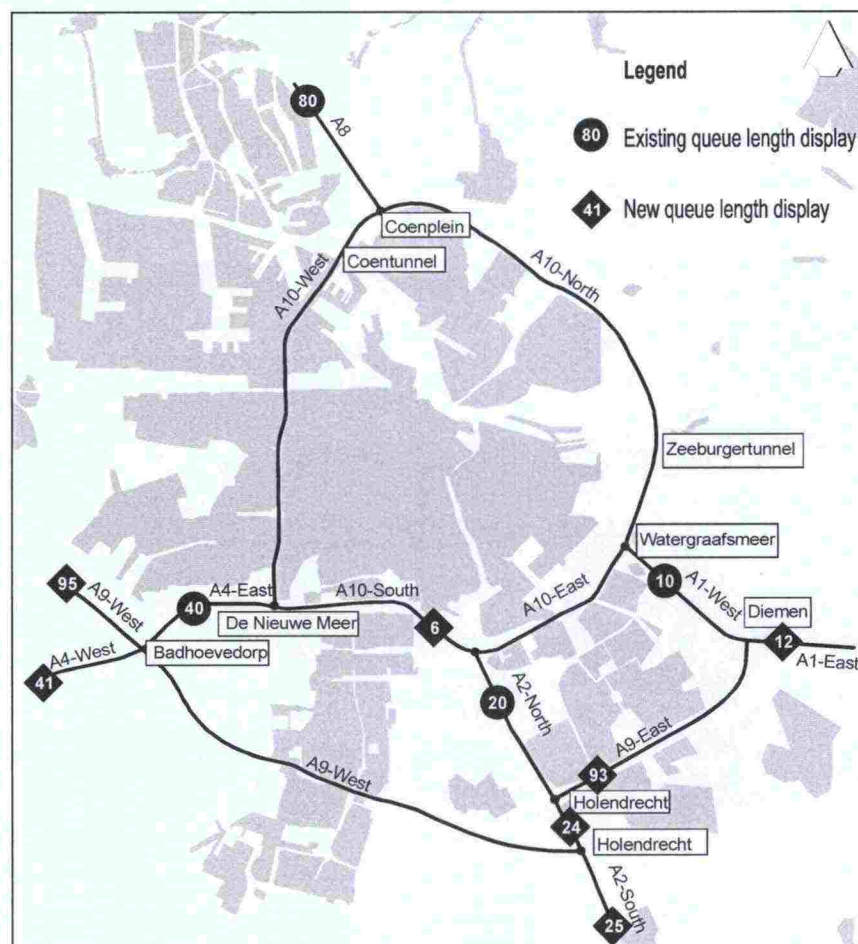
Järjestelmä oli käytössä lokakuuhun 1998. Vt 4:n moottoritieosuus Järvenpäästä Mäntsälään avattiin liikenteelle marraskuussa 1998.

### Amsterdamin kehätien ruuhkaopastuksen vaikutukset

Amsterdamin kehätiellä on 1990-luvun alkupuolella toteutettu reittiopastusjärjestelmä (DRIP, Dynamic Route Information Panel), joka opastaa pohjoisesta A8:lta etelään suuntautuvaa liikennettä valitsemaan ruuhkattomimman reitin. Järjestelmä välittää ajantasaista tietoa jononpituuksista eri reiteillä. Myös satunnaisten häiriöiden esiintymisestä ja syistä annetaan informaatiota. Hyvien kokemusten vuoksi järjestelmää laajennettiin muille reiteille. Laajennuksesta tehtiin laaja evaluointitutkimus seitsemän muuttuvan reittiopastustaulun vaikutuksista Amsterdamin kehämoottoritieellä (A10). Tutkimus valmistui vuonna 2000 (van der Zijpp 2000).

Reittiopastuksen vaikuttavuus riippuu evaluoinnin tekijöiden mukaan kuljettajien asenteista ja omista havainnoista, tieverkon tuntemuksesta sekä informaation sisällöstä, luotettavuudesta ja viestien muotoilusta.

Seuraavassa kuvassa on esitetty vanhan neljästä opastustaulusta koostuneen järjestelmän laajennus, jonka vaikutuksia evaluointitutkimuksessa on selvitetty. Kuvassa jo ensimmäisessä vaiheessa käytössä olleet taulut on esitetty ympyröillä ja laajennuksen myötä käyttöön otetut taulut nelikulmiolla.



Kuva 7. Uusien ja vanhojen informaatiotaulujen sijainti Amsterdamin moottoritieverkolla (van der Zijpp 2000).

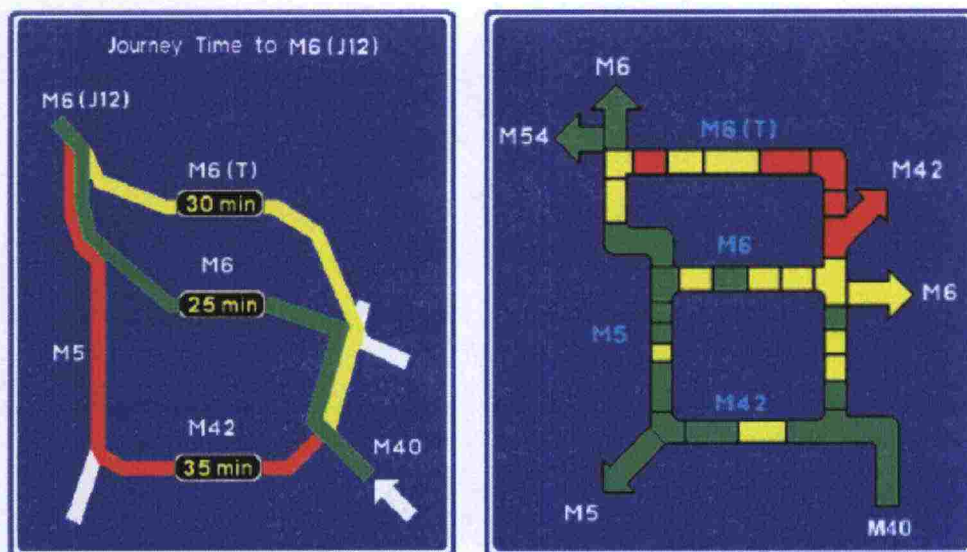
Evaluointitutkimuksen tuloksena oli, että jononpituusinformaatiolla on tilastollisesti merkitsevä yhteys liittymien poistumisprosenttiin. Järjestelmätason vaikutus oli, että ruuhka-ajan liikennesuorite on kasvanut lähes koko verkolla. Poikkeuksena A9:n itäinen jakso, jonka kuormitus on laskenut. Ruuhkien vakavuus koko verkossa on laskenut noin neljänneksen ja ruuhkien vakavuuden vaihtelu on laskenut noin kolmanneksen. Ruuhkista on siis tullut lievempiä ja ennalta-arvattavampia. Havaittu kysynnän kasvu on hieman hidastanut ajonopeuksia. Nopeuksien vaihtelu on kuitenkin aiempaa pienempää. Matka-ajat ovat lyhentyneet ruuhka-aikoina kaikilla reiteillä. Matka-aikojen vaihtelu on pienentynyt enemmän kuin varsinainen matka-aika. (van der Zijpp 2000.)



## Muuttuvan reittiopastuksen kehittäminen Englannissa

Englannissa on tutkittu laboratoriosimuloinnilla kuljettajien reagointia, kun reittiopastusta annetaan erityyppisillä muuttuvilla informaatiotauluilla. Tutkimuksen jälkeen muuttuvaa reitinopastusta on suunniteltu kokeiltavaksi Birminghamia ympäröivällä moottoritieverkolla.

Tutkimuksen tulosten perusteella suositeltiin, että jos vaihtoehtoisia reittejä on useita, ovat graafiset näyttötaulut ymmärrettävämpiä kuin tekstimuotoiset taulut. Tutkimuksen perusteella tekstimuotoinen opastus on selkeintä, kun vaihtoehtoisia reittejä on kaksi, mutta kolmen vaihtoehdon tapauksessa informaatio kannattaa antaa graafisena (Valera ym. 2003). Kuvassa 8 on esitetty kaksi esimerkkiä graafisesta reittiopastustaulusta. Tutkimuksen perusteella vasemmanpuoleinen taulutyyppi on kuljettajien kannalta ymmärrettävämpi ja sen vaikutus reitinvalintaan on suurempi kuin oikeanpuoleisen taulutyyppin.



Kuva 8. Esimerkkejä englantilaisessa tutkimuksessa käytetyistä graafisista tienvarsiopastustauluista (Valera ym. 2003).

## Muita ulkomaisia kokemuksia

Englantilaisten kokemusten mukaan alueellinen ohjaus maanteilla vähentää ruuhkautumista 10 %, ja noin 10 % ajoneuvoista vaihtaa reittiä. Liikennetieto kuljettajalle alentaa matka-aikoja 1,5 %, parantaa koettua sujuvuutta ja alentaa onnettomuusriskiä. Muiden eurooppalaisten kokemusten mukaan liikennetiedotus vaikuttaa matkan ajoitukseen 10–30 %:lla ihmisistä ja reitinvalintaan 5–20 %:lla ihmisistä. (Kulmala 2002.)

Pariisin kehätieltä (Boulevard Peripherique) saatujen kokemusten mukaan 34 % kehätietä käyttävistä on aina ja 48 % joskus vaihtanut reittiään ruuhkatilanteissa. 45 % näistä kuljettajista oli vaihtanut reittiään ruuhkasta varoittavan opastuksen ansiosta ([www.ertico.com/its\\_basi/succstor/vms\\_bcon.htm](http://www.ertico.com/its_basi/succstor/vms_bcon.htm)).

### 3 VAIKUTUSTEN ARVIOINTIMENETELMÄT

#### 3.1 Lähtöaineisto

Tutkimusta varten selvitettiin vt 4:n matka-aikamittausaineistoista ruuhkien esiintymistiheys ja vakavuus. Aineisto käsitti vuoden 2003 mittaukset tammi-kuusta marraskuun alkupuolelle.

Ruuhkatilanteeksi laskettiin sellaiset tilanteet, joissa koko välin keskimääräinen matkanopeus laski hetkellisesti vähintään 70 km/h:iin tunnissa, ja matkanopeuden alenema suhteessa vapaaseen liikennetilanteeseen (97 km/h) oli havaittavissa vähintään 2 tunnin ajalta. Ruuhkia esiintyi aineistossa menoliikenteessä 27 ja paluuliikenteessä 20 kertaa. Havaitut ruuhkatilanteet luokiteltiin ruuhkan keston ja vakavuusasteen mukaan. Ruuhkatilanteista valittiin tarkempaan analyysiin yhdeksän erilaista tilannetta. Mukana oli menoliikenteen ruuhkia loppukeväästä, juhannukselta, kesäloma-ajalta sekä loppukesästä. Siten oli mahdollista arvioida, riippuuko opastuksen vaikuttavuus ruuhkan vakavuudesta ja onko vaikuttavuus muuttunut kesän aikana. Valitut tilanteet sisälsivät myös kaksi onnettomuuden aiheuttamaa ruuhkatilannetta sekä ruuhkatilanteet ajankohdalta, jolloin Joutjärven taulu ei ollut käytössä huoltotöiden vuoksi (10.7.2003–1.8.2003).

Valituilta ajankohdilta analysoitiin myös LAM-pistemittausaineisto Lahden ja Heinolan väliltä sekä vt 4:ltä että rinnakkaistietä mt 140. Mittauspisteiden sijainnit on esitetty kuvassa 1. Opastuksen vaikuttavuuden selvittämisessä käytettiin järjestelmän tuottamia lokitiedostoja tauluilla näytetyistä matka-ajoista ja viesteistä.

Onnettomuustilanteiden esiintymistiheyden selvittämiseksi analysoitiin Tiehallinnon onnettomuusrekisterin aineistot vuosilta 1998-2002 sekä vt 4:n että vaihtoehtoisen reitin osalta.

#### 3.2 Ruuhkautuvuuden ja opastuksen vaikuttavuuden arviointi

Vt 4:n jakson Lahti-Heinola välityskyvyn selvittämiseksi tarkasteltiin Vierumäen LAM-pisteen liikennemäärän ja Seesta-Vierumäki-linkin matka-ajan välistä yhteyttä kuudessa ruuhkatilanteessa. LAM-piste ja Vierumäen matka-aikakamera sijaitsevat lähellä toisiaan. Välityskyvyn selvittämiseksi tarkasteltiin 15 minuutin liukuvaa liikennemäärää, joka muunnettiin tunnin liikennemääräksi kertomalla neljällä. 15 minuutin liikennemäärä kuvaa paremmin ruuhkautumisilmiötä kuin yhden tunnin toteutunut liikennemäärä. Lyhyt, noin 5 minuutin kysyntäpiikki saattaa joissain tapauksissa mennä pullonkaulan läpi aiheuttamatta ruuhkaa, joten siitä syystä tarkasteltiin 15 minuutin mittaisia huippuja. Matka-aikoja tarkasteltiin harmonisoituna keskiarvona 5 minuutin jaksoilta laskettuna. Harmonisoinnilla poistettiin satunnaisten suurten poikkeamien (esim. huoltoasemalla käynnit) vaikutus matka-aikoihin. Ruuhkautumisen oletettiin alkavan siitä hetkestä, kun linkin matka-aika on noussut yli kaksi minuuttia normaalitilanteen matka-aikaa suuremmaksi, mikä merkitsee linkin keskimääräisen matkanopeuden laskua noin 25 km/h:ssa alhaisemmaksi.

Opastuksen vaikutusta liikenteen siirtymiselle vt 4:ltä vaihtoehtoiselle reitille mt 140:lle arvioitiin tutkimalla mt 140 LAM-pisteen liikennemäärän ja opas-



tuksen näyttämän välistä riippuvuutta. Tarkastelussa otettiin huomioon ajo-aika näyttötaululta mt 140:n LAM-pisteelle. Tarkastelu tehtiin Heinolan suunnassa neljänä päivänä (perjantaina 28.5, juhannuksen aatonaattona 19.6, perjantaina 4.7, perjantaina 22.8), jolloin Joutjärven opastustaulu oli käytössä. Lisäksi tarkasteltiin mt 140:n liikennemääriä kolmena päivänä (perjantaina 11.7, lauantaina 12.7 ja perjantaina 1.8), jolloin käytössä oli ainoastaan matka-aikanäyttö Joutjärven taulun ollessa epäkunnossa. Mt 140:n liikennemäärästä otettiin tarkasteluun ainoastaan ns. "pohjakysynnän" ylittävä liikenne. Pohjakysyntä määritettiin normaalien arkipäivien liikennemäärästä. **Pohjakysynnän ylittävän liikenteen oletettiin olevan ruuhkasta johtuvaa pitkämatkaisen liikenteen siirtymää vt 4:ltä mt 140:lle.**

Joutjärven taulun opastuksen ja mt 140 liikennemäärän välistä yhteyttä tutkittiin korrelaatioanalyysin avulla. Lisäksi tutkittiin, kuinka suuri osuus Lahden ja Heinolan välisestä liikenteestä käytti ruuhkasuunnassa mt 140:tä ruuhkatilanteen aikana.

### 3.3 Ruuhkakustannusten laskentamallin kuvaus

Opastuksen yhteiskuntataloudellisten vaikutusten arvioimiseksi kehitettiin "pinoavaan jonomalliin" perustuva laskentamalli. Laskennassa oletettiin, että ruuhkautuminen tapahtuu yhdessä pullonkaulassa, Heinolan suuntaan linkillä Seesta-Vierumäki. Jonomallia kutsutaan pinoavaksi, koska mallissa ei ajoneuvoilla ole ulottuvuutta, vaan niitä tarkastellaan First in First out (FIFO) -periaatteella. Mallissa pullonkaulalle määritetään maksimaalinen välityskyky, jonka ylittävä liikennemäärä joutuu "pinoon". Välityskyky määritettiin kussakin ruuhkatilanteessa erikseen LAM-pisteen liikennemäärän keskiarvona ruuhkautumisen alettua. Välityskyvyn oletettiin olevan vakio koko ruuhkautumisen ajan. Välityskyky vaihteli päivästä toiseen, joten malli "kalibroitiin" jokaiseen laskelmaan erikseen.

Keskeinen mallissa tehty oletus oli arvio ylävirran liikennekysynnästä, josta ei ollut mittaustietoa (koska Vierumäen LAM-pisteestä selviää vain pullonkaulan läpäisevä liikennemäärä). Ylävirran liikennekysyntä arvioitiin kussakin laskelmassa siten, että mallin antama kokonaisviivytys vastasi tarkasti matka-aikamittauksista laskettua kokonaisviivytystä. Lisäksi malli säädettiin siten, että ruuhkan kesto vastasi todellisuudessa esiintynyttä ruuhkan kestoa. Siten mallin voidaan katsoa simuloivan melko hyvin todellisuudessa esiintynyttä ruuhkailmiötä.

Rinnakkaistien matka-aika laskettiin aiemmin kehitetyn 2-kaistaisten teiden nopeus-liikennemääräfunktion avulla (Pesonen ja Lahelma 1994).

Hyötyjen laskennassa on oletettu, että 30 % mt 140:lle siirtyneestä liikenteestä on siirtynyt sinne opastusjärjestelmän ansiosta. Arvio perustuu haastattelututkimukseen Järvenpää-Mäntsälä-välin opastukseen liittyen (Alppivuori ym. 1995). Vertailutapausten kokonaisviivytys laskettiin pinoavalla jonomallilla siten, että vt 4:n liikennemäärään toteutuneessa tilanteessa lisättiin 30 %:n osuus mt 140:lle siirtyneestä liikennemäärästä ajankohtina, kun Joutjärven opastustaululla opastettiin vaihtoehtoiselle reitille.

Laskelma tehtiin ainoastaan menoliikenteen ruuhkissa Lahdesta Heinolaan. Myös paluuliikenteessä saavutetaan hyötyjä matka-aikanäytöllä, mutta niiden arviointi olisi ollut melko epätarkkaa, koska osa viivytyksistä esiintyy matka-aikamittausjärjestelmän ulkopuolella. Lisäksi mt 140 ensimmäinen

liittymä sijaitsee pullonkaulaan nähden siten, että autoilijat joutuvat usein seisovaan jonoon jo ennen liittymää. Siten opastuksella ei ole niin suurta merkitystä liikenteen siirtymän kannalta, eikä varsinaista reittiopastusta anneta Heinolasta Lahteen.

Ruuhkan aikakustannukset on laskettu vertaamalla matka-aikaa ruuhkassa matka-aikaan vapaassa liikennetilanteessa. Ajan arvona on tarkasteluissa käytetty 8,12 euroa/h/ajoneuvo. Tämä vastaa **vapaa-ajan matkojen** ajan arvoa, kun ajoneuvojen keskiuormitus on 2 henkilöä (Tiehallinto 2001). Laskelmassa on siis tehty oletus siitä, että vt 4:llä ruuhka-aikoina liikenne koostuu vapaa-ajan liikenteestä. Jos vastaavaa järjestelmää sovelletaan esimerkiksi kaupunkiseudulla tai päivittäin toistuvissa ruuhkissa, ovat aikakustannusten yksikköarvot suuremmat kuin nyt tehdyissä laskelmissa.



## 4 TULOKSET

### 4.1 Liikenteen välityskyky vt 4:llä

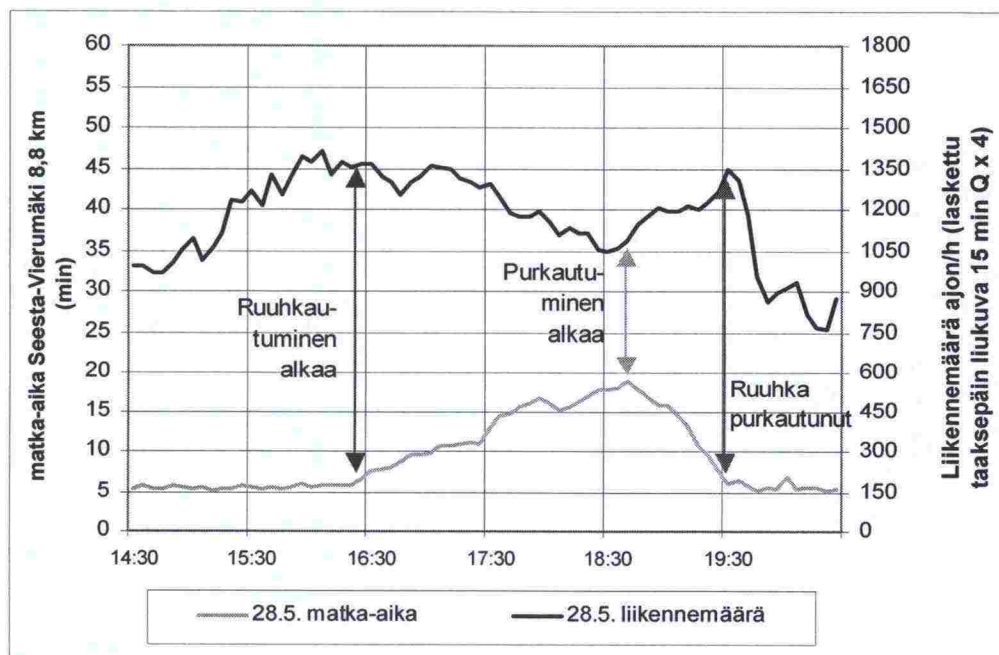
Vt 4 on välillä Lahti - Heinola eritasoliittymän varustettu moottoriliikennetie, jossa on käytössä ohituskaistat. Ohituskaistat eivät lisää tien välityskykyä, mutta ne parantavat tien palvelutasoa välityskykyä selvästi alhaisemmillä liikennemäärillä. Kun liikennemäärät lähestyvät välityskykyä, aiheuttaa ohituskaistan käyttö ruuhkasuunnassa liikennevirtaan häiriöitä ohituskaistaa käyttävien siirtyessä takaisin oikealle kaistalle. On mahdollista, että tästä syystä ohituskaistat laskevat tien välityskykyä. Tiedotuksella on pyritty siihen, että kuljettajat välttäisivät ohituskaistan käyttöä ruuhkaisina aikoina.

Lahdesta Heinolaan jakson pullonkaula sijaitsee linkillä Seesta-Vierumäki. Tarkastelluissa ruuhkatilanteissa välillä Vierumäki-Heinola E ei havaittu matka-ajan kasvua ruuhkautumisesta johtuen, välillä Kymijärvi-Seesta havaittiin matka-ajan kasvua vain osassa tilanteita. Tämä selittyy useimmiten sillä, että jono ylettyi näissä tilanteissa pullonkaulasta edelliselle linkille Seestan liittymän eteläpuolelle. Siten Lahdesta Heinolan suuntaan mielenkiintoisin linkki on väli Seesta-Vierumäki.

Tarkastelun perusteella vt 4 ruuhkautuu 15 minuutin kysyntäpiikistä, joka vastaa tunnin liikennemääräksi muutettuna 1400–1570 ajoneuvoa tunnissa ruuhkasuuntaan. Yhdessä tarkastellussa tilanteessa (lauantai 12.7.) ruuhkautuminen tapahtui jo 1160 ajoneuvoa/h vastaavalla huippuliikennemäärällä. Tätä voidaan kuitenkin pitää poikkeuksellisen tilanteena. Ruuhkautumisen aiheuttaneet kysyntäpiikit esiintyivät tarkastelluissa tilanteissa 1280–1477 ajoneuvon todellisilla tuntiliikennemäärillä.

Kuvassa 9. on esitetty liikennemäärän ja matka-ajan riippuvuus Seestan ja Vierumäen välisellä linkillä perjantaina 28.5.2003. Kuvasta nähdään, miten liikennemäärä LAM-pisteellä on laskenut ruuhkan edetessä. Ruuhkan ollessa pahimmillaan on välityskyky ollut vain noin 1050 ajoneuvoa tunnissa. Tällöin alle 9 km:n pituisen linkin matka-aika on lähes 20 minuuttia, eli yli kolminkertainen normaalitilanteeseen verrattuna.

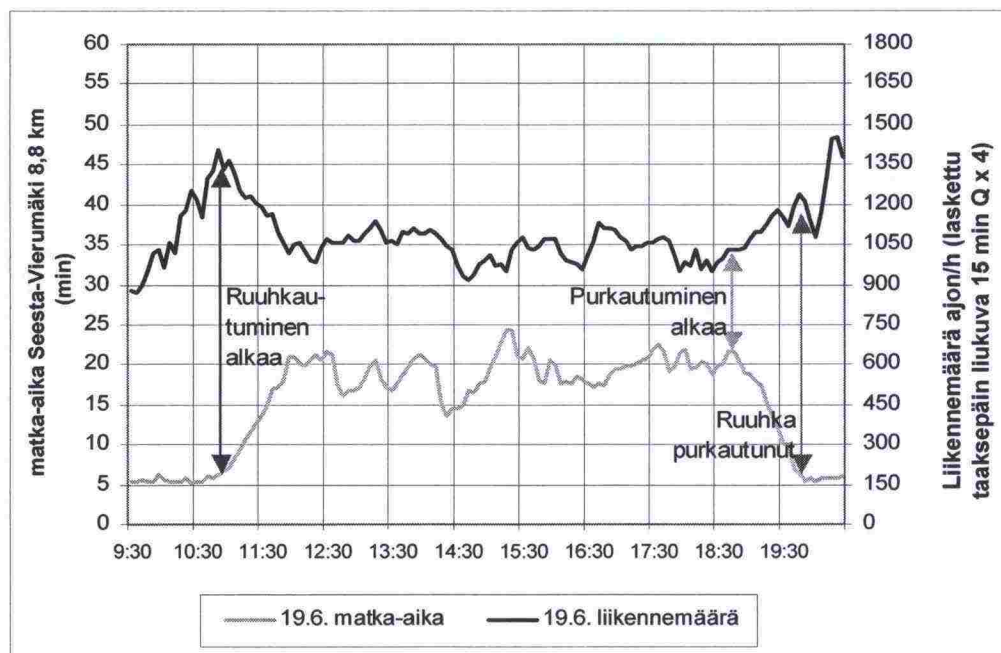
Ruuhkan alkaessa purkautua välityskyky nousee, ja ruuhkan purkaututtua liikennemäärä palautuu hetkellisesti takaisin ruuhkan alkuvaiheen tasolle, kun kertyneen jonon pää purkautuu. Tämän jälkeen liikennemäärä laskee LAM-pisteellä nopeasti "ylävirran" kysynnän tasolle. Kuva 9 on tyypillinen esimerkki välin Lahti-Heinola perjantain menoliikenteen ruuhkien kehityksestä.



Kuva 9. Ruuhkan kehittyminen linkillä Seesta-Vierumäki 28.5.2003.

Kuvassa 10. on esitetty ruuhkan kehittyminen juhannuksen menoliikenteessä 19.6.2003. Ruuhkautuminen alkaa, kun liikennemäärä nousee hetkellisesti yli 1400 ajoneuvoa/h tasolle. Tämän jälkeen välityskyky laskee tasolle 900–1100 ajoneuvoa tunnissa. Ruuhkan alkaessa purkautua liikennemäärä LAM-pisteellä lähtee loivasti nousuun. Kun ruuhka on kokonaan purkautunut, nousee liikennemäärä uudelleen lähelle maksimaalista välityskykyä. Liikennemäärä pysyi juhannuksen menoliikenteessä 1200 ajoneuvoa/h tasolla aina kello 22 saakka. Ruuhkan kesto oli noin 9 tuntia. Kaikkien kuuden tarkastellun ruuhkatilanteen kuvaajat on esitetty liitteessä 1.

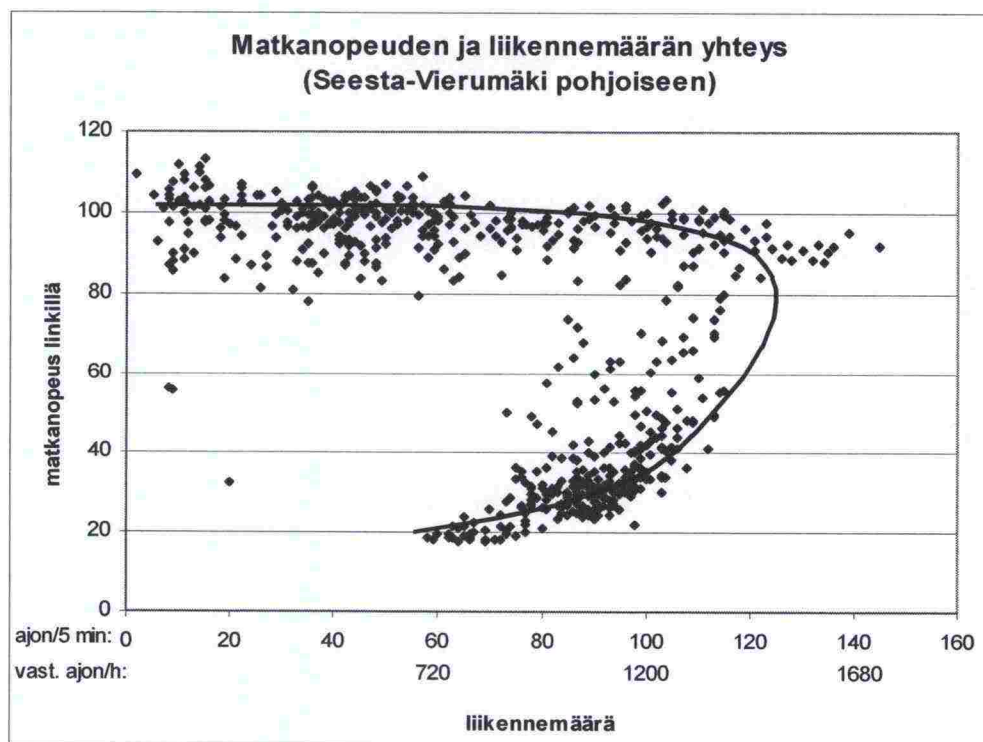




Kuva 10. Ruuhkan kehittyminen linkillä Seesta-Vierumäki juhannuksen menoliikenteessä 19.6.2003.

Vt 4:n välityskyvyn vaihteluväliä selittää parhaiten ohituskaistat, joiden käyttö saattaa aiheuttaa liikennevirran häiriintymisen maksimia alhaisemmillaakin liikennemäärillä. Kun liikennevirta häiriytyy, laskee väylän välityskyky selvästi, jolloin jonoutuminen alkaa. Tarkastelupäivinä ei matkailuautojen osuuksissa (3–4 % kokonaisliikenteestä) ollut merkittäviä eroja LAM-pisteiden tietojen perusteella, joten tämäkään ei selitä eroavaisuuksia.

Kuvassa 11. on esitetty linkin Seesta-Vierumäki (pohjoiseen) harmonisoidut matka-aikojen keskiarvot viidestä ruuhkatilanteesta 5 minuutin tarkkuudella, sekä matka-aikoja vastaavat liikennemäärät Vierumäen LAM-pisteeltä. Onnettomuustilanteen 4.7. havainnot eivät ole mukana tarkastelussa.

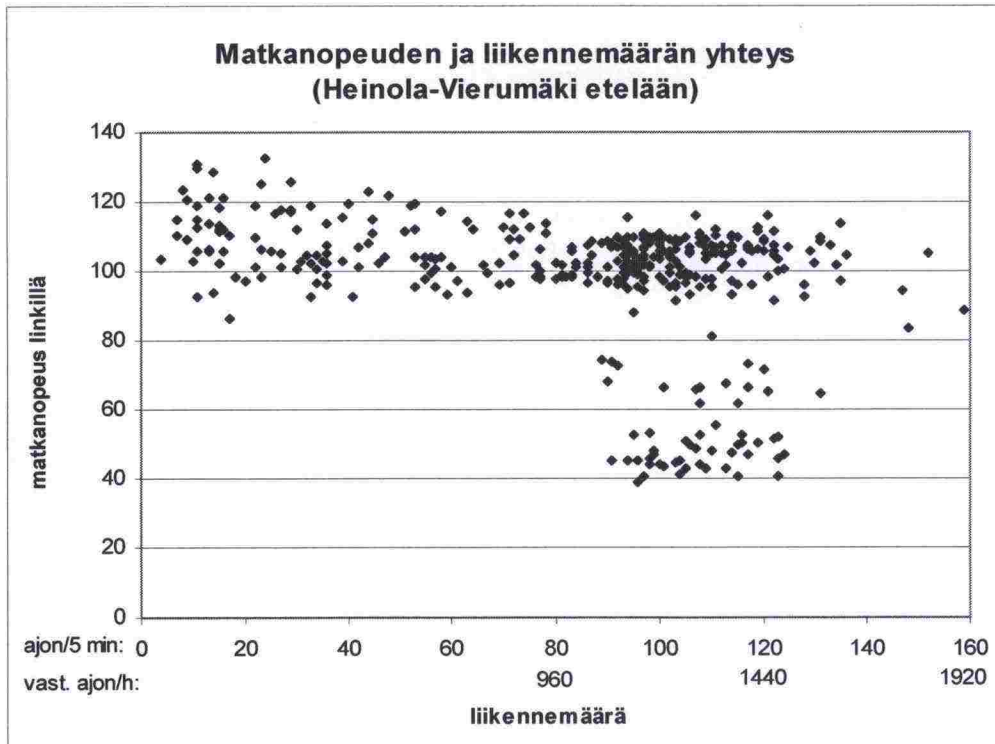


Kuva 11. Matkanopeus-liikennemäärä – keskiarvot viiden minuutin aikavälein neljässä ruuhkatilanteessa linkillä Seesta-Vierumäki.

Kuvaajasta nähdään, että havainnot noudattavat liikennevirtateorian peruskuvaajaa liikennemäärän ja nopeuden välisestä yhteydestä. Nopeus linkillä laskee vain hieman liikennemäärän noustessa aina 110–130 ajoneuvoon 5 minuutissa (vastaa hetkellisesti 1320–1560 ajon/h). Tällä liikennemäärällä linkin välityskyky ylittyy, ja matkanopeudet laskevat 20–40 km:iin tunnissa. Ruuhkan aikana linkin välityskyky on yleensä 80–100 ajoneuvoa 5 minuutissa (960–1200 ajon/h), joissakin tilanteissa tätäkin alhaisempi.

Vastaava tarkastelu tehtiin Heinolasta Lahden suuntaan kahden ruuhkatilanteen osalta. Tässä suunnassa pullonkaula on välillä Heinola-Vierumäki. Vierumäen eteläpuolella ruuhkautumista ei esiintynyt tarkastelluissa tilanteissa. Kuvassa 12. on esitetty harmonisoidut matka-aikojen keskiarvot kahdesta ruuhkatilanteesta 5 minuutin tarkkuudella, sekä matka-aikoja vastaavat liikennemäärät. Sama peruskuvaajan muoto on havaittavissa myös tästä aineistosta, vaikka ruuhkatilanteiden havainnot ovat lukumäärältään vähäisemmät ruuhkien lyhyemmän keston sekä tarkastelutilanteiden alhaisemman määrän vuoksi.





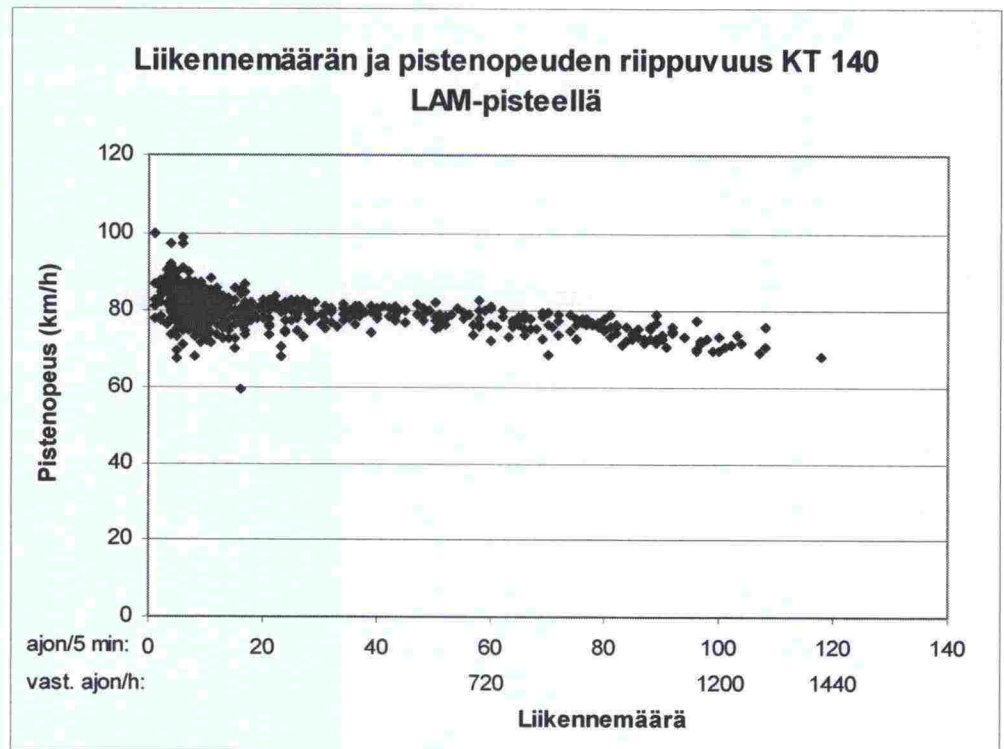
Kuva 12. Matkanopeus-liikennemäärä – keskiarvot viiden minuutin aikavälein kahdessa ruuhkatilanteessa linkillä Heinola E – Vierumäki.

Heinolasta Lahteen liikenteen välityskyky säilyy ruuhkissakin 90–120 ajon/5 min välillä (1080–1440 ajon/h), siis korkeampana kuin Lahdesta Heinolaan. Linkin keskimääräinen matkanopeus ruuhkan aikana laskee noin 50 km/h:ssa. On tosin huomattava, että osa viivytyksistä kertyy mittausalueen ulkopuolelle kasvavissa jonoissa.

#### 4.2 Liikenteen välityskyky mt 140:llä

Kuvassa 13 on esitetty mt 140:n liikennemäärät ja nopeudet LAM-pisteessä viidessä vt 4:n ruuhkatilanteessa. Kuvasta nähdään, että tien nopeudet laskevat 10–15 %, kun liikennemäärä on noin 100 ajoneuvoa 5 minuutissa (1200 ajon/h). Huomattavaa ruuhkautumista ei kuitenkaan ole tapahtunut LAM-pisteen läheisyydessä tarkasteltuina ajanjaksoina, joihin sisältyy myös juhannuksen menoliikenne, jolloin liikennemäärät ovat olleet vuoden korkeimmalla tasolla. Mt 140:ltä ei ole olemassa tieosaseurantatietoja (matka-aikamittausta), joten on mahdollista, että vaihtoehtoisen reitin pullonkaula sijaitsee siten, että ruuhka ei näy LAM-pisteellä varsinkin silloin, kun ylikysyntäjaksot ovat lyhyitä.

Ruuhkatilanteissa kääntyviä virtoja on mt 140:llä varsin vähän, joten väylän välityskyky yhteen suuntaan voi olla hyvin lähellä ohituskaistatien välityskykyä, vaikka tie on kapeampi ja mutkaisempi. Tarkkaa arviota välityskyvystä on vaikea antaa, mutta se on todennäköisesti yli 1200 ajoneuvoa tunnissa. Välityskyky on kuitenkin herkkä kääntyvien virtojen määrälle sekä raskaan liikenteen määrälle.



Kuva 13. Liikennemäärän ja pistenopeuden välinen riippuvuus mt 140:llä viiden tilanteen havaintojen perusteella.

#### 4.3 Ruuhkatilanteiden määrä vt 4:llä vuonna 2003

Ruuhkia esiintyi ainoastaan viikonloppuliikenteessä ja pyhäpäivien yhteydessä, jolloin valtaosa matkoista on vapaa-ajan matkoja. Menoliikenteessä Lahdesta Heinolaan esiintyi matka-aikamittaustietojen perusteella yhteensä 27 ruuhkatilannetta. Pääsiäisen menoliikenteessä esiintyi vakava ruuhka sekä kiirastorstaina että pitkäperjantaina. Viikottain toistuvat ylikysynnästä johtuvat ruuhkat alkoivat perjantaina 16.5. ja päättyivät syksyllä 17.10. Opastuksen varsinainen käyttöaika oli siis 5 kuukautta vuonna 2003. Lisäksi perjantaina 7.11. esiintyi onnettomuudesta aiheutunut ruuhkatilanne, jolloin opastusta hyödynnettiin. Joulun 2003 liikennetilanteita ei ollut mukana tarkastelussa. Maksimiviivytyksen perusteella arvioituna pahimmat ruuhkat olivat pääsiäisenä, juhannuksena sekä heinäkuun 2. viikonloppuna (kesäloma-liikenne). Näinä ajankohtina ruuhkia esiintyi 2 peräkkäisenä päivänä.

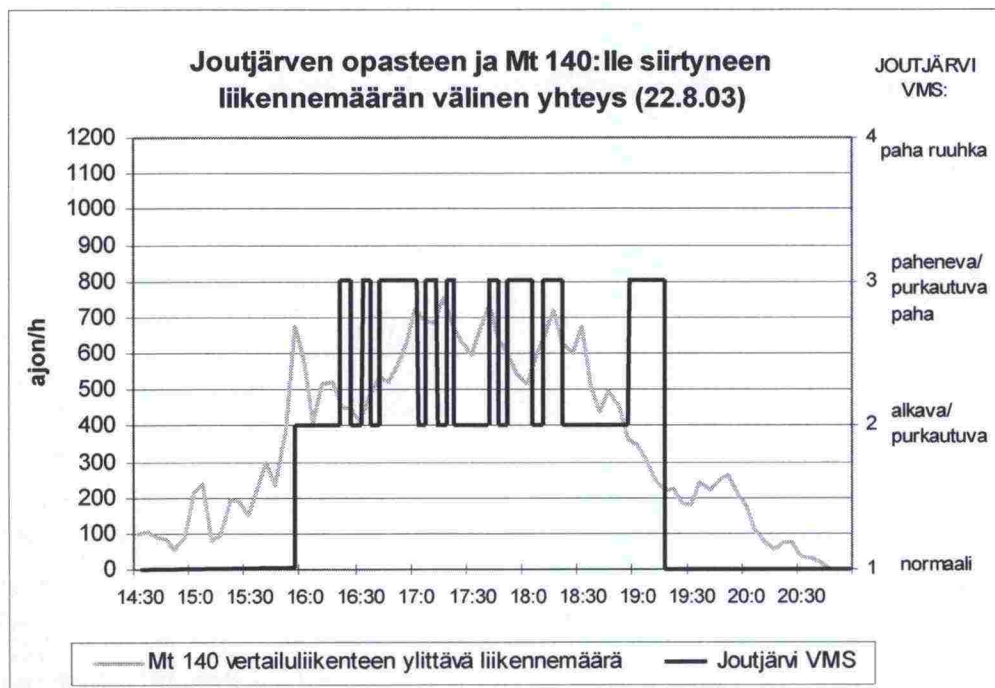
Paluuliikenteessä esiintyi 20 ruuhkatilannetta. Pahimmat ruuhkat esiintyivät juhannuksen paluuliikenteessä (n. 11 tuntia) sekä kesälomien paluuliikenteissä 27.7. ja 10.8.

Menoliikenteen ruuhkat olivat selvästi vakavampia ja pitkäkestoisempia kuin paluuliikenteen ruuhkat. Tämä johtuu todennäköisesti siitä, että paluuliikenne on tasaisemmin jakautunut koko päivälle, kun taas viikonlopun menoliikenteessä on selkeämpi huippu johtuen siitä, että matkalle lähdetään vasta töiden jälkeen.



#### 4.4 Opastuksen vaikutukset mt 140:n liikennemäärään

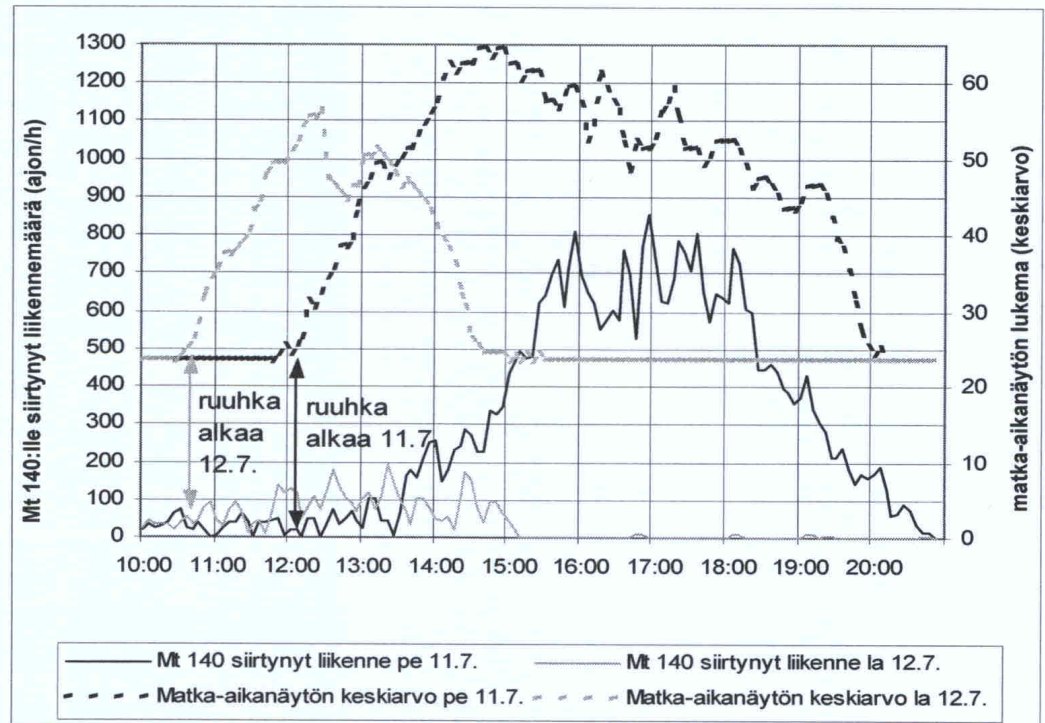
Kuvan 14 esimerkistä nähdään, että Joutjärven opasteella on ollut selvä vaikutus liikenteen siirtymiseen mt 140:lle. Kun Joutjärven taulu on siirtynyt osoittamaan ruuhkan alkamista, on mt 140:lle siirtyvä liikennemäärä karkeasti kolminkertaistunut. Liikennemäärä on laskettu 10 minuutin liukuvana liikennemääränä, joka on laajennettu tuntiliikenteeksi kertomalla kuudella. Opastuksen muutokset on kirjattu 5 minuutin välein. Jokaisen neljän tarkastellun tilanteen kuvaajat liikennemäärän ja opastuksen yhteydestä on esitetty liitteessä 1.



Kuva 14. Esimerkki Joutjärven opasteen ja mt 140:lle siirtyneen liikennemäärän välisestä yhteydestä.

Neljän ruuhkatilanteen tarkastelun (28.5, 19.6, 4.7, 22.8) perusteella mt 140:lle siirtyneen liikennemäärän ja Joutjärven taulun opastuksen välillä on olemassa korrelaatio. Korrelaatiokerroin 10 minuutin liukuvan liikennemäärän ja Joutjärven opastuksen luokituksen (ruuhkan vakavuusluokitus 1–4) välillä vaihtelee 0,37–0,8, eli heikosta korrelaatiosta (raja 0,3) melko vahvaan korrelaatioon (raja 0,7). Korrelaatio on korkeampi loppukesästä kuin alkukesästä. Tämä kertoo siitä, että ihmiset ovat oppineet luottamaan järjestelmään. Alkukesällä ihmisillä on saattanut olla muistissa kesällä 2002 ilmenneet tekniset ongelmat, ja luottamus on kasvanut kesän aikana positiiivisten kokemusten myötä.

Joutjärven tekstimuotoinen opastustaulu oli poissa käytöstä teknisten ongelmien vuoksi 10.7.–1.8. Tältä ajankohdalta tutkittiin, miten mt 140 siirtymä käyttäytyi suhteessa esitettyyn matka-aikaan (kuva 15).



Kuva 15. Matka-aikanäytön ja mt 140:lle siirtyneen liikennemäärän välinen yhteys kahtena päivänä, jolloin Joutjärven taulu oli pois käytöstä.

Perjantaina 11.7, jolloin Joutjärven taulu oli pois käytöstä, nousi mt 140:n liikennemäärä ruuhkan kestäessä vastaavalle tasolle kuin ruuhkissa, jolloin Joutjärven taulu oli käytössä. Matka-aika Lahden ja Heinolan välillä oli tällöin pahimmillaan yli tunnin. Sen sijaan lauantaina 12.7. matka-aikanäytöllä ei ollut kovin merkittävää vaikutusta mt 140:n siirtymään, vaikka taululla kerrottiin hyvin merkittävistä viivytyksistä (pahimmillaan matka-aika yli 50 minuuttia). Tämä johtuu reittiopastuksen puutteesta sekä siitä, että ihmiset eivät ole osanneet odottaa joutuvansa ruuhkaan lauantaina aamupäivällä. Voidaankin todeta, että pelkkä matka-aikatieto ei ole riittävä tiedotuksen muoto odottamattomissa ruuhkissa. Esimerkiksi radioasemat eivät yleensä lähetä liikennetiedotuksia lauantaisin. Siten kyseisenä ajankohtana kuljettajilta on puuttunut matka-aikanäytön informaatiota tukeva muu informaatio.

Perjantai 11.7. oli yksi kesän 2003 pahimmista ruuhkatilanteista. Kuvasta 15 nähdään, että siirtymä mt 140:lle ei "seurannut" matka-ajan kehittymistä, vaan siirtymä myöhästyi noin kolmella tunnilla. Tätä selittää se, että Joutjärven muuttuva opastus oli poissa käytöstä, mistä syystä järjestelmään luottaneet kuljettajat eivät siirtyneet vaihtoehtoiselle reitille. Saattaa myös olla mahdollista, että liikennetiedotukset radioasemilla aloitettiin vasta hieman myöhemmin (ruuhkautuminen alkoi jo kello 12).

Joutjärven taulun merkitystä arvioitiin lisäksi tutkimalla matka-aikanäytön lukeman ja mt 140 liikennemäärän välistä korrelaatiota Joutjärven taulun ollessa käytössä sekä silloin, kun taulu oli poissa käytöstä. Korrelaatio tutkittiin 2 ensimmäisen tunnin ajalta ruuhkautumisen alkamishetkestä lähtien.



Joutjärven taulun ollessa käytössä oli korrelaatiokerroin neljän perjantain menoliikenteessä 0,66–0,85. Kun taulu oli poissa käytöstä, vaihteli korrelaatiokerroin kolmessa ruuhkatilanteessa välillä 0,47–0,69. Liikenteen siirtymän ja matka-aikanäytön lukeman korrelaatio oli siis voimakkaampi silloin, kun matka-aikatiedon lisäksi annettiin tekstimuotoista opastusta. Tulosten perusteella voidaan sanoa, että Joutjärven tekstimuotoinen opastustaulu lisää informaation vaikuttavuutta eli lisää liikenteen siirtymistä vaihtoehtoiselle reitille ruuhkan alkuvaiheessa. Siten tekstimuotoisella opastuksella voidaan pienentää syntyvän ruuhkan vakavuutta.

Lopuksi tarkasteltiin, kuinka suuri osuus korridorin liikenteestä ruuhkatilanteen aikana on siirtynyt mt 140:lle tiedotuksen ansiosta (taulukko 3).

*Taulukko 3. Mt 140:n osuus Lahden ja Heinolan välisestä liikenteestä ruuhkatilanteiden aikana\*.*

Päivämäärä	Mt 140 osuus korridorin ruuhka-ajan liikenteestä
pe 28.5.	14 %
to 19.6. (juhannuksen menoliik.)	38 %
pe 4.7.	24 %
pe 11.7.	25 %
la 12.7.	8 %
pe 1.8.	20 %
pe 22.8.	23 %
pe 19.9.	25 %

\* Harmaalla pohjalla esitettyinä päivinä Joutjärven opastustaulu ei ollut käytössä. Tarkastelussa ei ole mukana mt 140 paikallista liikennettä, ns. "pohjakysyntää".

Viitenä päivänä, jolloin Joutjärven taulu oli käytössä, oli mt 140:n osuus Lahden ja Heinolan välisestä liikenteestä (mt 140:n "pohjakysyntä" ei mukana) 14–25 %, juhannuksen menoliikenteessä jopa 38 %. Juhannusta on kuitenkin tarkasteltava erikoistapauksena, koska tiedotus on silloin aktiivisempaa kuin muulloin. Kolmena päivänä, jolloin Joutjärven tekstimuotoinen taulu oli pois käytöstä, oli mt 140:n osuus reittien liikenteestä 8–25 %.

**Johtopäätöksenä voidaan sanoa, että tilanteessa, jossa kuljettajat ovat oppineet luottamaan opastusjärjestelmään, on siirtymä vaihtoehtoiselle reitille ruuhkatilanteissa 20–26 % reittien kokonaisliikenteestä.** Kuinka suuri osuus siirtymästä aiheutuu opastetauluista, radiotiedotuksesta ja kuljettajien omista havainnoista, on hankala arvioida luotettavasti aineiston perusteella. Järvenpää-Mäntsälä välin reittiopastuksen arvioinnissa saatiin haastatteluilla selville, että 27 % vanhan tien käyttäjistä oli valinnut reitin opastuksen perusteella (Alppivuori ym. 1995).

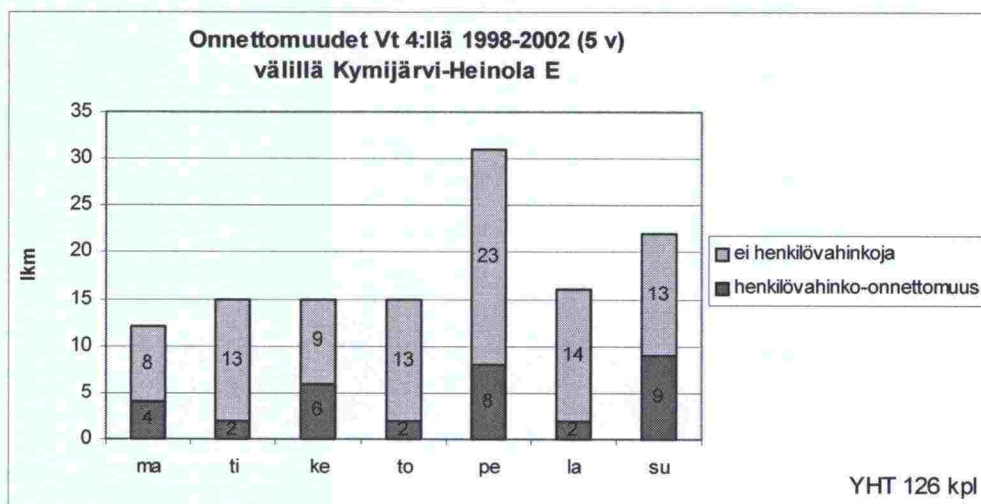
Lahti-Heinola-suunnan tarkastelluissa tilanteissa linkki Kymijärvi-Seesta ei ruuhkautunut pahoin, joten on epätodennäköistä, että kuljettajilla olisi ollut näköhavaintoa jonosta vielä vt 24:n (reitti mt 140:lle) liittymän kohdalla. Kokeneet kuljettajat voivat luonnollisesti arvioida ruuhkan riskiä, vaikkei seisovaa jonoa näkyisikään. Sen sijaan Heinola-Lahti-suunnassa paluuliikentees-

sä jonon pää on usein jo ennen mt 140:n liittymää Heinolassa, mikä luonnollisesti vähentää opastustaulun merkitystä.

#### 4.5 Opastuksen vaikutukset onnettomuustilanteissa

Vuoden 2003 aikana sattui vt 4:llä Lahden ja Heinolan välillä ruuhkien aikana 5 onnettomuutta, joista 3 perjantain menoliikenteessä ja 2 sunnuntain paluuliikenteessä.

Onnettomuuksien aiheuttamia ruuhkatilanteita on kartoitettu pidemmältä ajanjaksolta tarkastelemalla vt 4:n onnettomuushistoriaa vuodesta 1998 vuoteen 2002. Kymijärven ja Heinolan eteläisen liittymän välillä, eli opastusjärjestelmän vaikutuspiirissä, tapahtui vt 4:llä 5 vuoden aikana 126 onnettomuutta. Näistä 53 eli yli 40 % tapahtui sunnuntaina tai perjantaina.



Kuva 16. Onnettomuudet eri viikonpäivinä välillä Kymijärvi-Heinola E (Lähde: Tiehallinnon onnettomuusrekisteri).

Ruuhkaisena aikana kello 14–22 välillä tapahtui viiden vuoden aikana perjantaina 23 onnettomuutta ja sunnuntaina 17 onnettomuutta. Suurin osa perjantaina ja sunnuntaina sattuneista onnettomuuksista tapahtui kello 16–17 välillä. Yhden vuoden aikana voidaan arvioida tapahtuvan perjantain ruuhka-aikana noin 4,6 onnettomuutta ja sunnuntaina ruuhka-aikana noin 3,4 onnettomuutta. Näistä välttämättä kaikki eivät aiheuta häiriötä muulle liikennevirralle.

Vastaavana aikana sattui mt 140:llä 94 onnettomuutta ja vt 24:llä (vaihtoehtoisen reitin osuudella) 14 onnettomuutta (Lähde: Tiehallinnon onnettomuusrekisteri). Onnettomuusriski vaihtoehtoisella reitillä on suoritteeseen suhteutettuna tieosasta riippuen arviolta 30–100 % korkeampi kuin vt 4:llä.

Työssä on laskettu kahden menoliikenteessä sattuneen onnettomuustilanteen aikakustannukset LAM-pistetietojen sekä matka-aikamittatietojen perusteella. Perjantaina 4.7. matkailuvaunu ja henkilöauto törmäsivät Vierumäen eteläpuolella menoliikenteen ruuhkassa noin kello 16:30. Ruuhkan aikakustannukset verrattuna vapaaseen liikennetilanteeseen olivat noin 20 000 euroa. Näistä kustannuksista onnettomuuden aiheuttamat lisäkustannukset



olivat arviolta noin 10 000 euroa. Mt 140:n käyttö oli melko korkeata onnettomuuden jälkeen ja Joutjärven taululla opastettiin siirtymään tielle 140.

Perjantaina 7.11. sattui Seestan ja Vierumäen liittymän välillä onnettomuus, joka häytti liikennettä 14:45-16:45 välisenä aikana. Liikennemäärien perusteella vt 4 ei olisi ruuhkautunut ilman onnettomuuden aiheuttamaa häiriötä. Ruuhkautumisen aikakustannukset verrattuna vapaaseen liikennetilanteeseen olivat 6 300 euroa. Liikenteen opastaminen mt 140:lle lievitti onnettomuuden aiheuttamaa ruuhkaa merkittävästi.

Molemmissa tarkastelluissa tapauksissa ruuhkan kustannukset olisivat olleet arviolta kaksinkertaiset, ellei Joutjärven opastusta olisi ollut käytössä.

Jos oletetaan, että vilkkaan liikenteen aikana sattuvien onnettomuuksien aiheuttamat aikakustannukset ovat 8 000 euroa/onnettomuus, nousevat vuotuiset onnettomuuksien aiheuttamat aikakustannukset noin 40 000 euroon vt 4:llä välillä Lahti-Heinola. Ilman opastusta kustannukset olisivat arviolta 80 000 euroa. Lisäksi onnettomuuksia tapahtuu hiljaisemman liikenteen aikana. Myös näinä ajankohtina opastus voi olla erittäin hyödyllistä, jos väylä tai osa siitä joudutaan sulkemaan liikenteeltä.

## 5 YHTEISKUNTATALOUDELLINEN ARVIOINTI

### 5.1 Investointi- ja ylläpitokustannukset

Investointikustannukset on arvioitu sen perusteella, mitä maksaisi uuden vastaavan laitteiston hankinta tällä hetkellä. Kustannusten muodostuminen on esitetty seuraavassa taulukossa.

*Taulukko 4. Arvio uuden vastaavan järjestelmän hankintakustannuksista välille Lahti-Heinola (ei sisällä LAM-pisteiden kustannuksia).*

	a-hinta €	kpl	€
Tekstimuotoisen näyttötaulun hankintahinta	60 000	1	60 000
Matka-aikanäyttötaulujen hankintahinta	20 000	2	40 000
Taulujen asennus, portaali	20 000	1	20 000
Liikennekeskuksessa vaadittava ohjelmisto ja laitteet 25 000 € + 1000 €	26 000	1	26 000
Mittauspisteen kustannukset (PC 2500 €, kamerat 2 kpl 3500 €, ohjausjärjestelmä 2500 €, kaapelointi 10 000 €)	18 000	4	72 000
<b>Investointikustannukset yhteensä</b>			<b>218 000</b>

Nykyinen Joutjärven taulu on vanha, se on ollut käytössä jo 90-luvun puolivälissä vt 4:llä Järvenpää-Mäntsälä-välin reittiopastuksessa. Tästä syystä todellisten hankintakustannusten käyttö hyöty-kustannusanalyysissä ei ole perusteltua.

Mikäli uusi järjestelmä otetaan käyttöön kohteessa, jossa riittää ainoastaan yhden linkin seuranta, ovat hankintakustannukset nykyhinnoin yhteensä noin 164 000 €.

Nykyisen vanhaan Joutjärven tauluun perustuvan järjestelmän ylläpitokustannukset ovat arviolta 30 000 euroa vuodessa. Tästä noin 5 000 euroa on tietoliikennekustannuksia, 13 000 euroa korjauskustannuksia ja 12 000 euroa teknistä tukea ja järjestelmän kehittämistä. Tilanteessa, jossa käytössä on uusi järjestelmä ja vakiintuneet toimintatavat, ovat korjauskustannukset sekä kehittämiseen tarvittavat resurssit tätä huomattavasti alhaisemmat. Myös käytettävä tiedonsiirtotekniikka vaikuttaa tiedonsiirtokustannuksiin.

### 5.2 Hyöty-kustannuslaskelma

Aikasäästöt laskettiin kevätperjantain 28.5. ruuhkasta sekä syksyltä perjantaina 22.8. ja 19.9. Lisäksi laskelma tehtiin juhannuksen menoliikenteen osalta. Juhannuksen laskelman tuloksia ei kuitenkaan ole otettu mukaan hyöty-kustannuslaskelmaan, koska juhannuksena muu tiedotus on erittäin aktiivista ja kuljettajien reitinvalinta poikkeaa normaalista käyttäytymisestä. Siten opastuksen merkitys liikenteen siirtymässä vaihtoehtoiselle reitille eroaa muista tilanteista.

Laskelmista saadut tulokset on esitetty seuraavassa taulukossa.



Taulukko 5. Reittiopastuksen vaikutukset vt 4:n ruuhkaan ja syntyviin aikakustannuksiin.

pvä		Toteutunut tilanne	Ilman opastusjärjestelmää
28.5	Ruuhkan kesto	3 h	3 h 45 min
	Ruuhkan kustannus (€)	4 150	5 480
	Opastuksen hyöty (€)	-	1 420
22.8	Ruuhkan kesto	4 h 10 min	5 h 10 min
	Ruuhkan kustannus (€)	9 900	19 000
	Opastuksen hyöty (€)	-	9 100
19.9.	Ruuhkan kesto	4 h 40 min	5 h 25 min
	Ruuhkan kustannus (€)	8 800	20 000
	Opastuksen hyöty (€)	-	11 200

Toukokuun tilanteessa saavutetut hyödyt ovat selvästi alhaisemmat kuin syksyn viikonloppuina. Tämä johtuu siitä, että tilanteessa esiintynyt ruuhka oli lievempi sekä erityisesti siitä, että opastuksella ei ollut yhtä suurta vaikutusta liikenteen siirtymiseen mt 140:lle kuin syksyllä. Tämä johtuu oletettavasti siitä, että kuljettajien luottamus järjestelmää kohtaan ei ollut niin korkea kuin syksyn viikonloppuina. Syksyn viikonloppuina opastuksen hyöty oli karkeasti 10 000 euroa/ruuhka. Opastuksen ansiosta ruuhkatilanteiden kesto on noin tunnin lyhyempi kuin ilman opastusta, eli ruuhkasta muodostuu lievempi ja se purkautuu nopeammin.

Vuonna 2003 ruuhkia esiintyi jokaisena viikonloppuna 5 kuukauden ajan. Lisäksi ruuhkia esiintyi pääsiäisen menoliikenteessä 2 päivänä. Valtaosa ruuhkista oli kestoltaan 4-5 tuntia. Juhannuksen menoliikenteessä ja lomaliikenteessä 11.7. ruuhkat kestivät 9 tuntia, toisaalta lokakuussa ruuhkat olivat hieman keskimääräistä lievempiä ja lyhytkestoisempia. Tällä perusteella voidaan laskea, että jos keskimääräinen opastuksen hyöty yhdessä ruuhkatilanteessa on 10 000 euroa (käyttäjien luottamus hyvä), ja ruuhkia esiintyy 26 kertaa vuodessa, on vuotuinen reittiopastuksen aikakustannushyöty 260 000 euroa.

Hyöty-kustannuslaskelman peruslaskelma on tehty 10 vuoden laskenta-ajalle. Tätä pidetään telematiikkahankkeissa yleensä maksimaalisena käyttöaikana (Liikenne- ja viestintäministeriö 2002). Järjestelmän investointikustannuksena käytettiin uuden järjestelmän kustannusta 218 000 euroa. Koska uuden järjestelmän käyttö- ja ylläpitokustannuksista ei ole kokemuksia, oletettiin niiden vuotuiseksi määräksi 5 % investoinnista, 10 900 euroa/v. Jäännösarvoa ei ole oletettu olevan lainkaan.

Herkkyystarkasteluina on lisäksi tehty laskelma siten, että vuotuiset käyttökustannukset ovat kaksinkertaiset (10 % investoinnista), käyttöaika on vain puolet oletetusta sekä hyöty yksittäisessä ruuhkassa on puolet pienempi/ruuhkia esiintyy puolet vähemmän. Laskelmien tulokset on esitetty seuraavassa taulukossa.

Taulukko 6. Hyöty-kustannuslaskelman tulokset.

	hyöty/ruuhka	käyttöaika	h/k
Peruslaskelma	10 000 €	10 v	8,8
Herkkyystarkastelut			
- käyttökustannukset x 2	10 000 €	10 v	8,4
- käyttöaika – 5 v	10 000 €	5 v	4,9
- hyöty/ruuhka – 50 %	5 000 €	10 v	4,2

### 5.3 Yhteiskuntataloudellinen kannattavuus

Pelkästään järjestelmän laskennallisten aikakustannushyötyjen perusteella järjestelmä on ollut erittäin kannattava. Kannattavuus säilyy korkeana myös erilaisten herkkyystarkastelujen valossa. Laskennallisten aikakustannushyötyjen lisäksi opastuksella on paljon muitakin keskeisiä määrällisiä sekä erityisesti laadullisia vaikutuksia. Määrällisiä vaikutuksia ovat laskevat ajoneuvojen käyttökustannukset sekä laskeva polttoaineenkulutus (jonossa ajaminen kuluttaa polttoainetta huomattavasti enemmän kuin tasaisessa liikennenvirrassa ajo). Polttoaineen kulutuksen laskiessa myös päästöjen ympäristökustannukset laskevat. Koska vaihtoehtoinen reitti on vain noin 3 km pidempi, eivät suoritteen kasvusta aiheutuva polttoaineen ja ajoneuvon kulutus ole merkittäviä kustannuseriä.

Ruuhkien keston lyhentyminen vähentää myös onnettomuuksien todennäköisyyttä ja siten onnettomuuskustannuksia vt 4:llä. Mt 140:llä keskimääräinen onnettomuusaste on tiejaksosta riippuen 30–100 % korkeampi kuin vt 4:llä. Kuitenkin on todennäköistä, että vt 4:n onnettomuusriski on suurempi ruuhkatilanteiden aikana kuin pelkän onnettomuusasteen perusteella voidaan laskea. Jonoutuminen lisää erityisesti peräänajojen riskiä, toisaalta taas ajonopeuksien aleneminen lieventää onnettomuuksien seurauksia. Todennäköisesti ohjaamalla liikennettä ruuhkatilanteissa vt 4:ltä mt 140:lle voidaan vähentää onnettomuuksien yhteiskuntataloudellisia kustannuksia. Liikenteen ohjaaminen rinnakkaistielle lisää tienvarren asukkaisiin kohdistuvaa onnettomuusriskiä. Tästä syystä liikennettä tulee ohjata mt 140:lle vain sen verran, että liikenne pysyy sujuvana eikä jonoutuminen aiheuta onnettomuusriskin kasvua.

Järjestelmän tuottamaa matka-aikainformaatiota välitetään tienkäyttäjille näyttötaulujen lisäksi Tiehallinnon internet-sivuilta reaaliajassa. Tietoa hyödyntävät myös radioasemat omassa liikennetiedotuksessaan. Matka-aikatieto parantaa matkustusmukavuutta ja vähentää tienkäyttäjien kokemaa, epävarmuuden aiheuttamaa stressiä. Matka-ajan parempi ennustettavuus lisää myös kuljetusten luotettavuutta. Matka-aikainformaatio ja varoitukset ruuhkista todennäköisesti rauhoittavat liikennettä ja parantavat liikenneturvallisuutta. Kuljettajien valppaus paranee, kun he tietävät ennakoon, että edessä on odotettavissa pysähtynyt jono.



Taulukko 7. Muuttuvan reittiopastuksen arviointi liikennepoliittisten tavoitteiden näkökulmasta.

ARVIOINTI LIIKENNEPOLIITTISTEN TAVOITTEIDEN NÄKÖKULMASTA						
Hankkeen keskeiset vaikutukset liikennepoliittisten tavoitealueiden näkökulmasta (++=parantaa merkittävästi, --=heikentää merkittävästi)	Palvelutaso ja kustannukset	Turvallisuus ja terveys	Sosiaalinen kestävyys	Alueiden ja yhdyskuntien keh.	Luontoon kohdistuvat haitat	Tietoyhteiskunnan kehittäminen
Ruuhkien keston ja vakavuuden aleneminen	++	+			+	
Liikenteen rauhoittuminen ja nopeuserojen tasaantuminen	+	+			+	
Sekundääristen onnettomuuksien riskin pieneneminen	+	+				
Matkustusmukavuuden parantuminen ja stressin väheneminen	+	++				
Liikennemäärän lisääntyminen MT 140:llä	-	-			-	

#### 5.4 Järjestelmän sovellettavuus muissa kohteissa

Vt 4:n kaltaisen ohituskaistatien tai tavallisen 1+1-kaistaisen maantien karkeana ruuhkautumisen rajana voidaan pitää liikennettä 20 000 ajoneuvoa vuorokaudessa molemmat suunnat yhteensä, kun sujuvuusongelmat johtuvat "kesämökkiliikenteestä" eli liikenne on jakaantunut ajallisesti samaan tapaan kuin vt 4:llä. Jos oletetaan, että tällöin keskimääräinen opastuksella saavutettava hyöty on 5 000 euroa/ruuhka (puolet vt 4:llä alkusyksyn ruuhkissa lasketuista aikahyödyistä), on **opastusjärjestelmän käyttöönotto kannattavaa 10 vuoden laskenta-ajalla, kun 20 000 ajoneuvon vuorokausiliikenne ylittyy 10 päivänä vuodessa.**

Edellytyksenä reittiopastuksen soveltamiselle on, että liikennettä voidaan tehokkaasti ohjata rinnakkaistielle, ja että tienvarren maankäyttö on sellaista, ettei sille aiheudu liikenteen hetkellisestä kasvusta merkittävää haittaa. Muuttuva reittiopastus vaikuttaa enemmän kohdassa, jossa tienkäyttäjä ei vielä ole joutunut jonoon tai muuten tehnyt havaintoa ruuhkautumisesta itse.

Mahdollisia sovelluskohteita arvioitaessa on huomattava, että vt 4:n ruuhkat aiheutuvat valtaosin vapaa-ajan matkojen kysynnästä. Hyötykustannuslaskelma on tehty käyttäen ajan arvoa vapaa-ajan matkoilla. Mikäli reittiopastusta harkitaan kohteeseen, jossa sujuvuusongelma toistuu arkipäivien työmatkaliikenteessä tai vaikuttaa merkittävästi kuljetuksiin, voi yhdessä ruuhkatilanteessa saavutettavan laskennallisen aikahyödyn olettaa olevan korkeampi.

Yhtenä reittiopastuksen mahdollisena sovelluskohteena on Tampereen keskustan läpikulkuliikenteen ohjaaminen vt 12:sta läntiselle kehätielle (vt 3) moottoritien valmistumisen jälkeen. Liikenne Tampereen keskustassa tukkeutuu säännöllisesti työmatkaliikenteessä 2+2-kaistaisella valo-ohjauksisella vt 12:lla. KVL Teiskontiellä (vt 12) oli vuonna 2002 noin 23 600

ajoneuvoa vuorokaudessa. Läntisen kehätien parantamisen ensimmäinen vaihe on aloitettu vuonna 2003 ja koko työn arvioitu valmistumisajankohta on vuosi 2008. Ohjaamalla läpikulkuliikenne läntiselle kehälle voitaisiin vähentää Tampereen keskustan ruuhkaisuutta, parantaa keskustan ilmanlaatua sekä saavuttaa merkittäviä säästöjä aika- ja onnettomuuskustannusten muodossa. Vastaavanlainen käyttökohde voi tulevaisuudessa olla Lahdessa, jos eteläinen ohitustie rakennetaan.

Matka-aikojen seurannan käyttöönotto on hyödyllistä kohteissa, joissa on suuret liikennemäärät ja toistuvia sujuvuusongelmia. Säännöllisesti ruuhkautuvilla tiejaksoilla matka-aikatiedotuksella voidaan parantaa koettua sujuvuutta, koska viivytyksestä saadaan ajoissa tietoa. Lisäksi voidaan vaikuttaa matkojen ja kuljetusten ajoittamiseen sekä kulkumuotovalintaan. Mahdollisia sovelluskohteita matka-aikojen seurannalle ja tiedotukselle ovat pääkaupunkiseudun ruuhkaiset pääväylät erityisesti häiriötilanteissa sekä ruuhkautuvat raja-asetat. Valtakunnallisessa liikenteen seurannan yleissuunnitelmassa (Tiehallinto 2002) on esitetty, että pisteseuranta voidaan täydentää tieosa-seurannalla kaupunkiseuduilla ja pääteiden tärkeimmillä yhteysväleillä, joilla on tarjolla useita reittejä.

Pääkaupunkiseudulla tulisi tutkia tarkemmin mahdollisuuksia hyödyntää olemassa olevalla matka-aikojen seurantajärjestelmällä kerättävää tietoa seudun poikittaisliikenteen reittiopastuksessa. Seudulla on todennäköisesti kuluvan vuosikymmenen aikana käynnistymässä kolmen tärkeimmän poikittaisen pääväylän, Hakamaentien, Kehä I:n sekä Kehä III:n parannushankkeet. Rakennustöillä on merkittäviä haittavaikutuksia liikenteen sujuvuudelle, koska väylät ruuhkautuvat jo nykytilanteessakin usean tunnin ajaksi päivittäin. Opastettavia kohteita voitaisiin muuttaa rakennustöiden mukaisesti.



## 6 YHTEENVETO JA PÄÄTELMÄT

### Vt 4:n ruuhkautuminen ja liikenteen välityskyky

Vuonna 2003 on vt 4:llä Lahden ja Heinolan välillä esiintynyt viikonloppujen tai juhlapyhien menoliikenteessä yhteensä 27 ruuhkatilannetta ja paluuliikenteessä 20 ruuhkatilannetta. Menoliikenteen ruuhkat olivat pitkäkestoisempia ja vaikutuksiltaan vakavampia kuin paluuliikenteen ruuhkat. Reittiopastuksen käyttöaika oli Lahden ja Heinolan välillä 5 kuukautta toukokuun puolivälistä lokakuun puoliväliin.

Vt 4:n välityskyky on ruuhkatilanteiden liikennemäärätarkastelujen perusteella 1 400–1 570 ajoneuvoa tunnissa. Ruuhkautumisen aiheuttaa tuntia lyhyempi kysyntähuippu, joten käytännössä vt 4:n maksimaalinen tunnin liikennemäärä oli alhaisempi kuin edellä esitetty. Melko suurta vaihteluväliä selittävät ohituskaistat, joiden käyttö korkean kysynnän aikana aiheuttaa liikennevirtaan häiriötä. Ruuhkan aikana vt 4:n välityskyky Lahdesta Heinolaan vaihtelee välillä 960–1200 ajoneuvoa tunnissa. Paluuliikenteen ruuhkissa Heinolasta Lahteen välityskyky säilyy hieman korkeampana.

### Reittiopastuksen vaikuttavuus ja yhteiskuntataloudellinen kannattavuus

Joutjärven muuttuva reittiopastus siirtää liikennettä rinnakkaistielle ruuhkatilanteissa ja siten lieventää vt 4:n ruuhkan vakavuutta ja kestoja. Tekstimuotoisen reittiopastuksen merkitys liikenteen siirtymiselle on suurin ruuhkautumisen alkuvaiheessa. Mt 140:n käyttö ruuhkatilanteissa on ollut yleisempää syksyn kuin kevään 2003 ruuhkissa. Tämä voi johtua siitä, että käyttäjien luottamus järjestelmää kohtaan on kasvanut kesän aikana ja on saattanut keväällä olla heikko kesän 2002 teknisten ongelmien vuoksi. Menoliikenteen ruuhkatilanteiden aikana koko Lahti-Heinola-välin ruuhkasuunnan pitkämatkaisesta liikenteestä 20–26 % kulki rinnakkaistien kautta, kun Joutjärven opastustaulu oli käytössä ja kuljettajat olivat oppineet luottamaan järjestelmään.

Joutjärven muuttuva reittiopastustaulu oli poissa käytöstä heinäkuussa huoltotöiden vuoksi. Tänä aikana siirtyminen rinnakkaistielle alkoi usean tunnin viiveellä, tai siirtymää ei tapahtunut käytännössä lainkaan. Tämä kertoo siitä, että odottamattomissa ruuhkatilanteissa pelkkä matka-aikanäyttö ei saa aikaan toivottavaa reitinvalintakäyttäytymistä. Toisaalta havainto voi kertoa myös siitä, että järjestelmään tottuneet kuljettajat eivät ole siirtyneet rinnakkaistielle, koska siitä ei ole totuttuun tapaan opastettu. Reittiopastusjärjestelmä saattaa vähentää kuljettajien omaehtoista harkintaa ja havainnointia reitinvalintaan liittyen, mistä syystä toimintakatkot tulee pyrkiä ajoittamaan ruuhkien ulkopuolisiin ajankohtiin.

Paluuliikenteessä opastuksen tarve liikenteen ohjaamisessa mt 140:lle on alhaisempi kuin menoliikenteessä. Tämä johtuu siitä, että jonon pää on ruuhkissa usein jo ennen mt 140 ensimmäistä liittymää. Tällaisessa tilanteessa opastuksen vaikutus on pienempi. Opastusta voidaan kuitenkin harkita tällaisessakin tapauksessa, sillä vaihtoehtoisen reitin olemassaolo ei välttämättä ole kaikille kuljettajille selvää. Myös informaatio matka-ajasta on liikukujille edelleen arvokasta, koska ruuhkan vakavuutta voi olla vaikea arvioida. Heinolassa ei ole käytössä tekstimuotoista opastustaulua.



Opastuksen laskennalliset aikakustannushyödyt ovat normaalissa menoliikenteen ruuhkassa noin 10 000 euroa, vuositasolla noin 260 000 euroa. Lisäksi opastuksella ja matka-aikainformaatiolla on useita merkittäviä laskelmaan sisällyttäviä hyötyjä, kuten liikenneturvallisuuden parantuminen ja matkustusmukavuuden parantuminen. Herkkyystarkastelujen perusteella opastuksen aikakustannushyötyihin perustuva hyöty-kustannussuhde on 4,2–8,8.

### **Liikenneonnettomuuksista aiheutuneet ruuhkatilanteet**

Vt 4:llä esiintyy vuosittain ruuhka-aikoina 3–5 onnettomuutta molemmissa suunnissa. Onnettomuudesta aiheutuneen ruuhkan välittömiksi aikakustannuksiksi arvioitiin 6 000–10 000 euroa kahden toteutuneen onnettomuustilanteen tarkastelun perusteella. Molemmissa tilanteissa mt 140:n käyttö oli kohtuullisen korkeata, mutta siirtymä kasvoi hitaasti. Ilman opastusta olisi liikenteen siirtymä ollut paljon pienempi ja ruuhkasta aiheutuneet aikakustannukset noin kaksinkertaiset. Reittiopastus onnettomuustilanteessa on erityisen tärkeää ajankohtana, jolloin ei ole ennakoitavissa ylikysynnästä aiheutuvaa ruuhkaa, koska kuljettajien valmius siirtyä rinnakkaistielle on tällöin alhainen.

Arvioidut häiriöiden aiheuttamat kustannukset ovat huomattavat ja siten laskelmat tukevat osaltaan tavoitetta kehittää häiriönhallinta- ja tiedotusjärjestelmiä sekä tehostaa organisaatioiden toimintamalleja häiriötilanteissa.

### **Opastuksen kehittämistarpeet**

Mt 140:n välityskyky ei ylittynyt vuoden 2003 ruuhkatilanteissa yhden LAM-pisteen mittausaineiston perusteella. Nopeus-liikennemäärähavaintojen perusteella mt 140:n välityskyky on yli 1 200 ajoneuvoa tunnissa ruuhkasuuntaan. Juhannusta lukuun ottamatta olisi mt 140:lle voitu ohjata jonkin verran enemmän liikennettä ilman ruuhkautumisen riskiä. Ottaen huomioon mt 140:n tienvarren asutuksen ja siihen kohdistuvat melu- ja turvallisuushaitat, voidaan maksimaalisena mt 140:n liikennemääränä pitää 1 200 ajoneuvoa tunnissa ruuhkasuuntaan. Nykyisessä järjestelmässä seurataan liikennemäärän kehittymistä myös rinnakkaistieillä. Opastus rinnakkaistielle voidaan lopettaa, mikäli tien kapasiteetti ylittyy tai tiellä tapahtuu liikennehäiriö.

Opastusjärjestelmän suurin hyöty saavutetaan silloin, kun opastuksella voidaan siirtää kapasiteetin romahtamista pullonkaulassa tai parhaimmillaan jopa estää se kokonaan. Nykyisessä opastusjärjestelmässä opastus aloitetaan vasta ruuhkautumisen alkamisen jälkeen. Arvioinnin perusteella opastustekstejä tulisi muotoilla vahvemmin sanamuodoin erityisesti pahenevan ruuhkan osalta. Pahenevan ruuhkan (toiseksi vakavin luokka) viesti on tällä hetkellä "Heinolaan xx-xx min/vaihtoehtoinen reitti tie 140". Viestin vaikuttavuus todennäköisesti paranisi, jos tekstissä mainittaisiin sanat "ruuhka" tai "paheneva ruuhka". Käyttämällä onnettomuustilanteissa niitä varten laadittuja viestejä saadaan opastukselle parempi vaikuttavuus.

Nykyisen seurantajärjestelmän ja ohjausalgoritmin heikkoutena on, että tieto ruuhkautumisen alkamisesta saadaan viiveellä. Ruuhkautumisen alkamisajankohdan nopeampaa havainnointia varten on otettu käyttöön 180-240 sekunnin aikakorjaus, jonka ansiosta ruuhkautumisen raja-arvo saavutetaan nopeammin. Reittiopastusjärjestelmässä voisi mahdollisesti hyödyntää lyhyen aikavälin ennustemenetelmiä. Suomalaisten kokemusten perusteella matka-ajan ennustemalleilla saadaan selvästi tarkempi arvio matka-ajasta



kuin viimeisiin mittauksiin perustuvalla estimaatilla (Innamaa ym. 2002). Toimivan ennustemallin edellytyksenä on riittävän tiheä matka-aikamittaus erityisesti pullonkaulalinkillä, sekä liikennemäärämittaustieto linkille saapuvasta liikenteestä.

Seurantalinkkien pituudet vt 4:llä (8,8-10,3 km) ovat riittävän lyhyet, jotta ruuhkan alkamisesta saadaan tieto kohtuullisen nopeasti. Järvenpää-Mäntsälä-välin reittiopastuksesta saatujen kokemusten mukaan ruuhkautumisen arviointi pelkän pistemittauksen avulla on vaikeaa. Paras tulos saadaan yhdistämällä linkkiseuranta riittävän kattavaan pistemittaukseen. Sujuvuus rinnakkaistiellä tulee tarvittaessa varmistaa seurannalla.

### **Suosituksset järjestelmän soveltamisesta muualla**

Arvioinnin perusteella järjestelmän käyttöönotto on kannattavaa kaksikaistaisilla teillä sekä ohituskaistateilla, joilla 20 000 ajoneuvon vuorokausiliikenne (poikkileikkauksessa) ylittyy vähintään 10 kertaa vuodessa ja joilla on olemassa hyvä vaihtoehtoinen reitti. Reittiopastusta on kannattavinta antaa muuttuvalla opasteella silloin, kun liittymä vaihtoehtoiselle reitille sijaitsee siten, että kuljettaja ei vielä itse ole joutunut pahaan ruuhkaan.

Tulevaisuudessa mahdollisia reittiopastuksen hyödyntämiskohteita voisivat olla esimerkiksi Tampereen keskustan läpikulkuliikenteen ohjaaminen vt 12:sta läntiselle kehätielle (vt 3) moottoritien valmistumisen jälkeen, pääkaupunkiseudun sisääntulotiet ja kehätiet erityisesti häiriötilanteissa ja ohikulkutiet, joissa löytyy sopiva korvaava reitti. Lisäksi reittiopastusta voitaisiin hyödyntää suurten liikennettä haittaavien tietyömaiden yhteydessä.

## 7 LÄHDELUETTELO

Alppivuori Kari, Anila Matti, Pajunen Kirsi. (1995). *Valtatie 4:n Järvenpää-Mäntsälä-välin muuttuvan reittiopastusjärjestelmän vaikutukset*. Tielaitoksen selvityksiä 86/1995. Helsinki.

Eloranta Tuomo. (1999). *Rekisterikilpien tunnistukseen perustuva liikenteen automaattinen matkanopeuden seuranta*. Tielaitoksen selvityksiä 46/1999. Helsinki.

Innamaa Satu, Lanne Laura, Vanhanen Kerkko, Pursula Matti. (2002). *Pääteiden lyhyen aikavälin matka-aikaennusteet*. Tiehallinnon selvityksiä 5/2002. Helsinki.

Karhumäki Timo. (2001). *Liikenteen hallinta tienpidon tuotteena*. Tiehallinnon selvityksiä 3/2001. Helsinki.

Kokkinen Matti. (2003). *Vt 4 Lahti-Heinola, Ohituskaistatien matka-aikajärjestelmä. Käsikirjan luvut 1-3*. Hämeen tiepiiri, Tiehallinto.

Kulmala Risto. (2002). *Kalvoesitys telematiikan vaikutuksista 18.12.2002*. VTT.

Liikenne- ja viestintäministeriö. (2002). *Liikennetelematiikkahankkeiden arviointiohjeet*. FITS-julkaisuja 3/2002. Helsinki.

Pesonen Hannu, Lahelma Harri. (1994). *Nopeus-liikennemääräfunktioiden muodostaminen LAM-aineistosta*. Tielaitoksen selvityksiä 22/1994. Helsinki.

Tiehallinto. (2001). *Tieliikenteen ajokustannukset 2000*. Tiehallinto, Helsinki.

Tiehallinto. (2002). *Valtakunnallinen liikenteen seurannan yleissuunnitelma*. Tiehallinnon selvityksiä 58/2002. Helsinki.

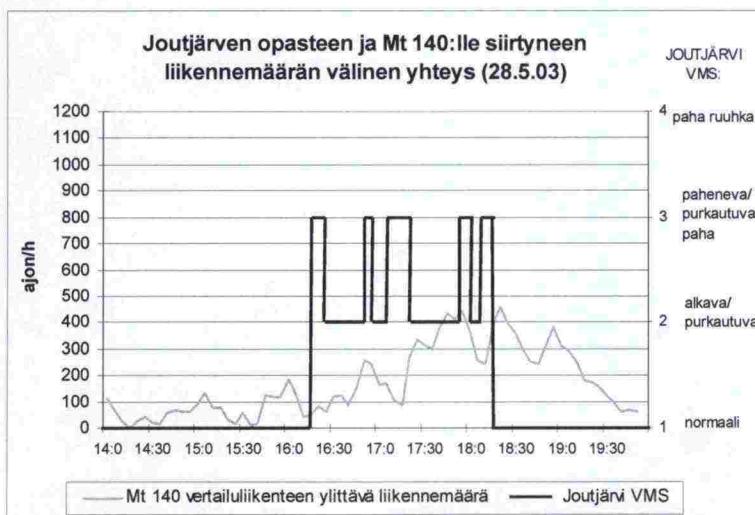
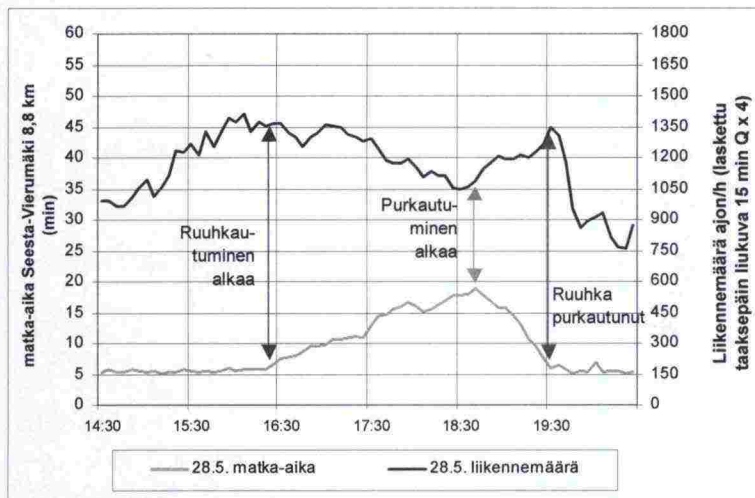
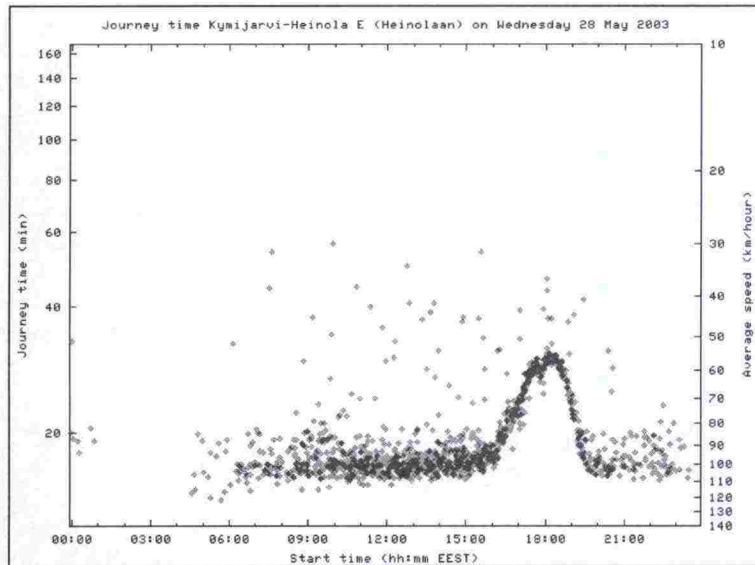
Valera Yasmin, McCabe Keith, Clarke Mathew, Ridgway Robert, McDonald Mike. (2003). *Development of VMS based travel time information in the UK*. Presentation at 10<sup>th</sup> World Congress on Intelligent Transport Systems and Services, Madrid, Spain.

van der Zijpp Nanne. (2000). *Route Level Evaluation of Queue Lengths Display at the Amsterdam Orbital Motorway: Evaluation of Route Information Amsterdam, phase 4*. Ministry of Transportation, North-Holland Directorate. Hollanti.

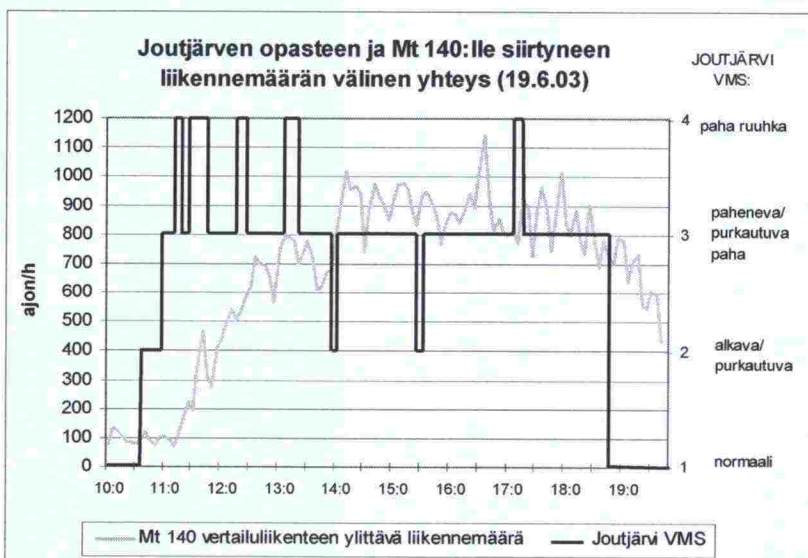
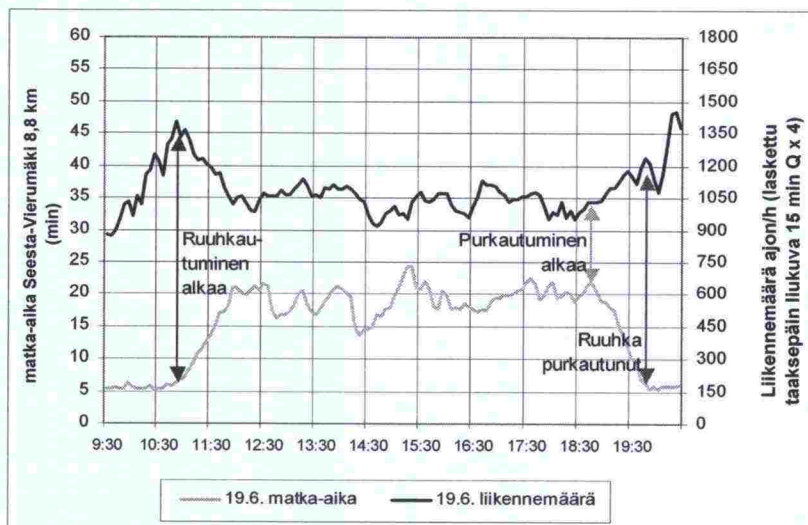
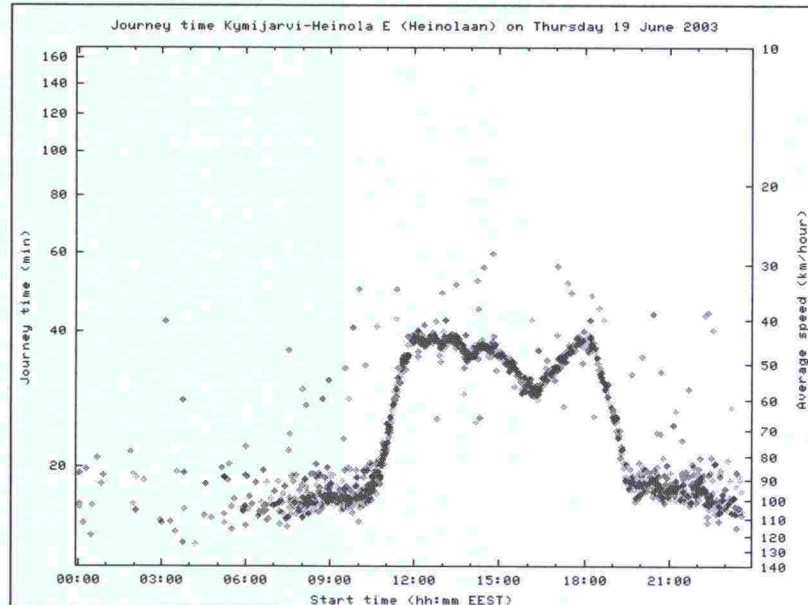


## LIITE 1. TARKASTELLUT RUUHKATILANTEET

Perjantai 28.5. Lahti-Heinola

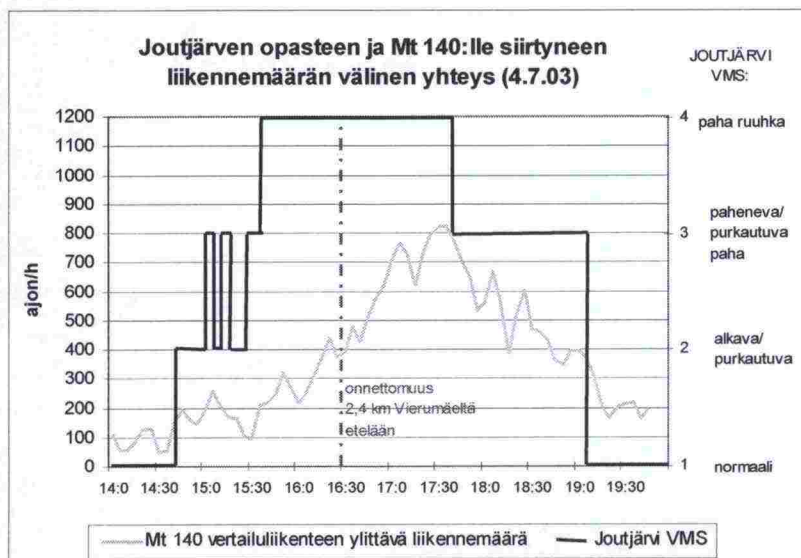
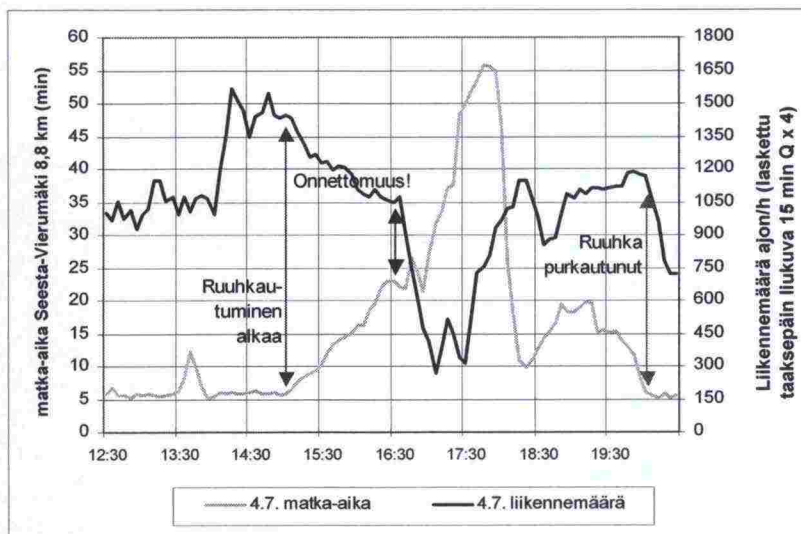
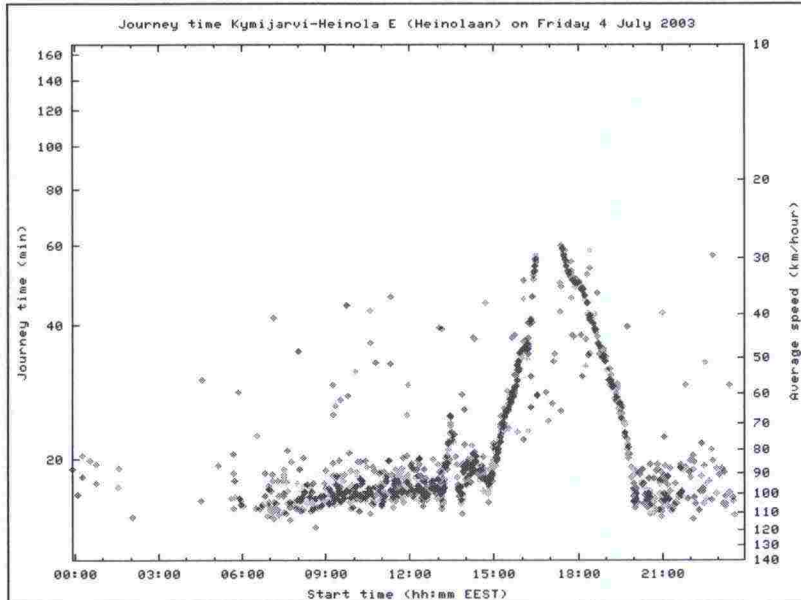


## 19.6. Juhannuksen aatonaatto Lahti-Heinola

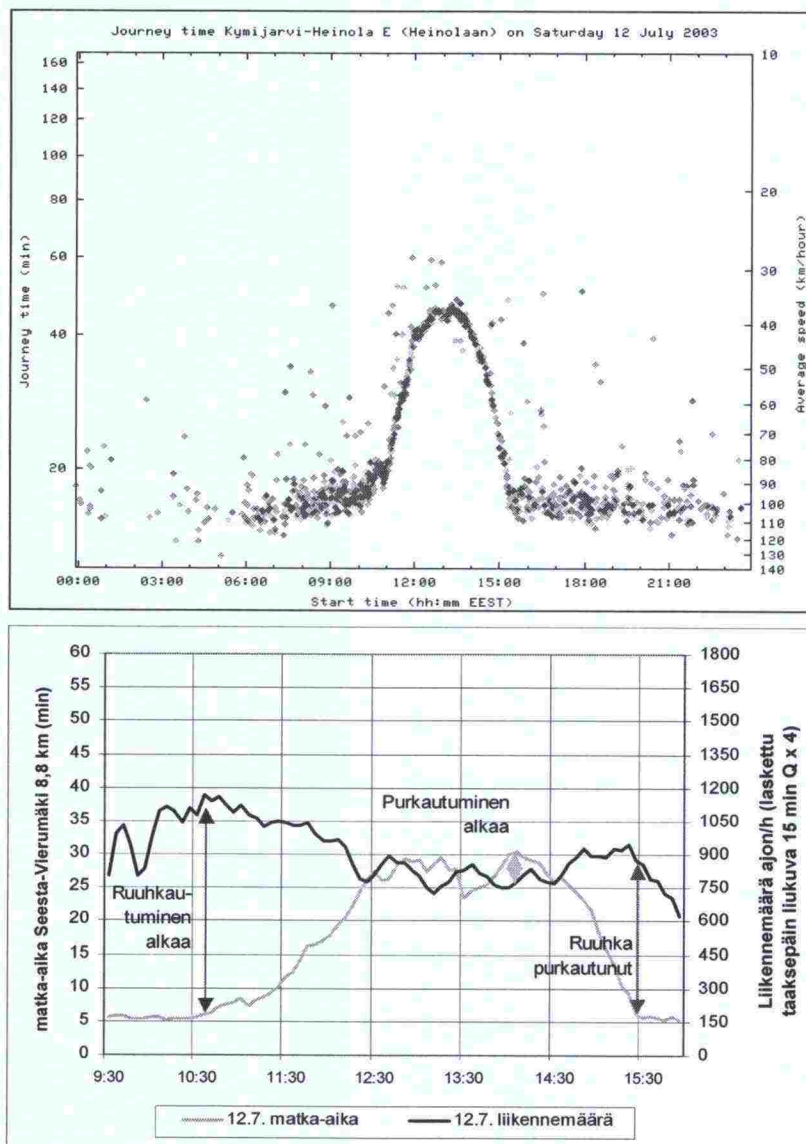




Lahti-Heinola perjantai 4.7. (onnettomuustilanne)



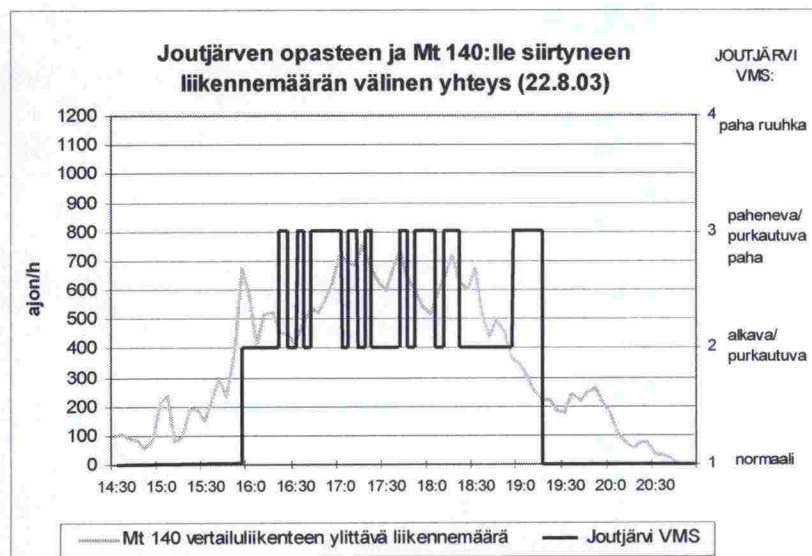
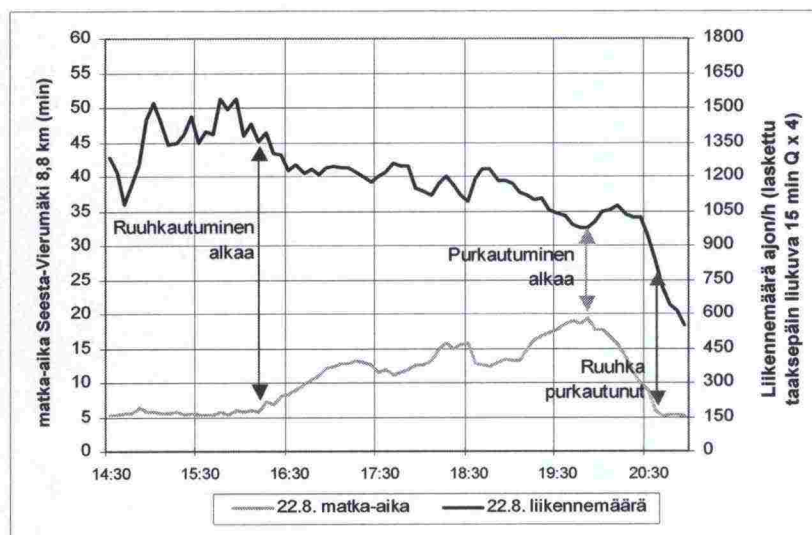
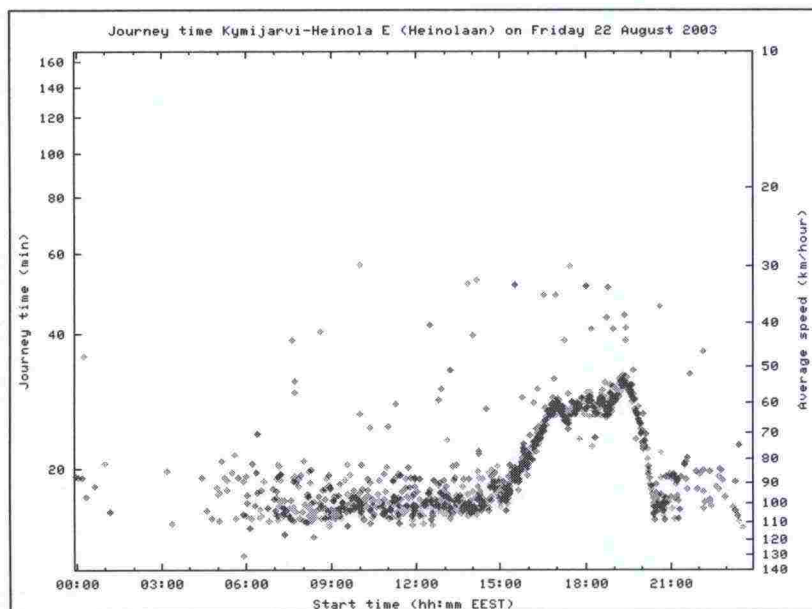
Lahti-Heinola lauantai 12.7.2003



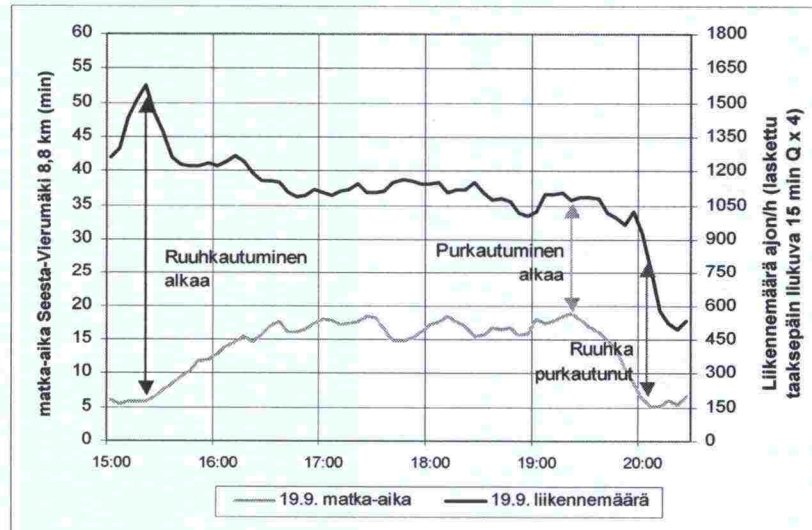
Joutjärven opastustaulu ei ollut käytössä 12.7.



## Lahti-Heinola perjantai 22.8.

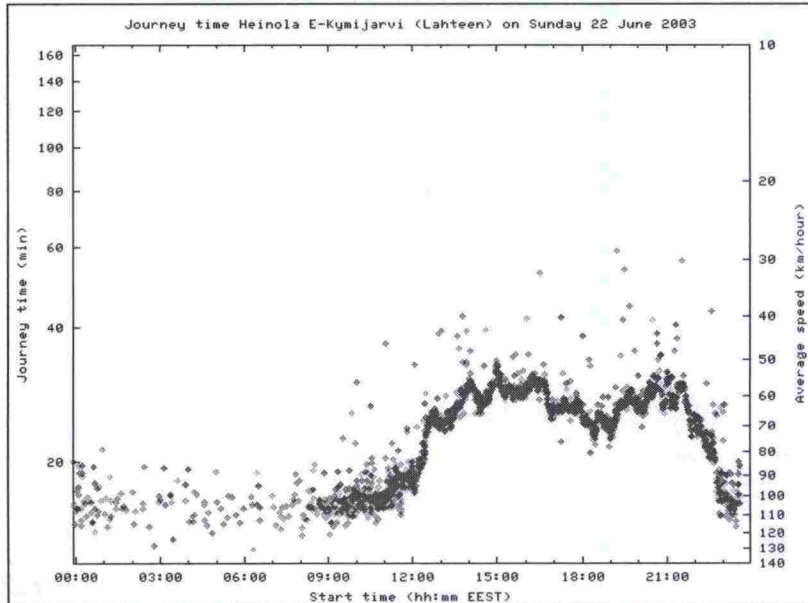


Lahti-Heinola perjantaina 19.9.

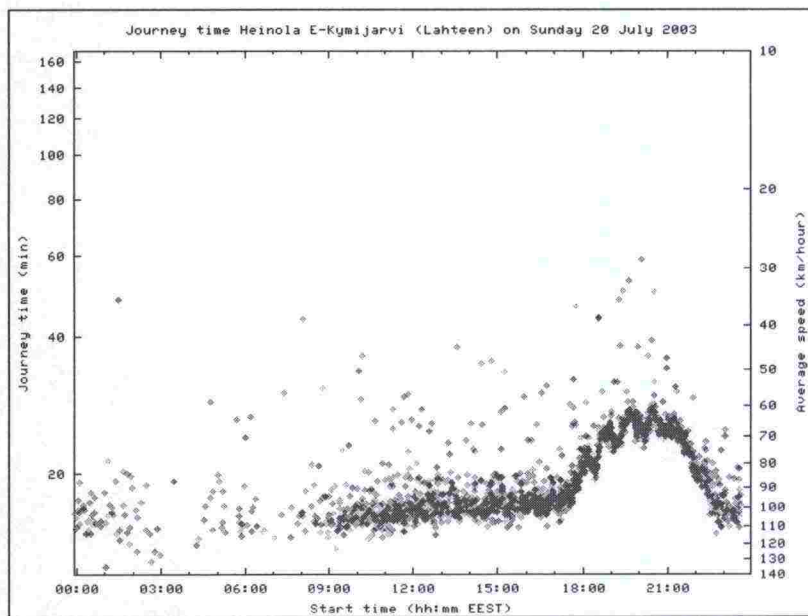




Heinola-Lahti sunnuntai 22.6. (juhannuksen paluuliikenne)



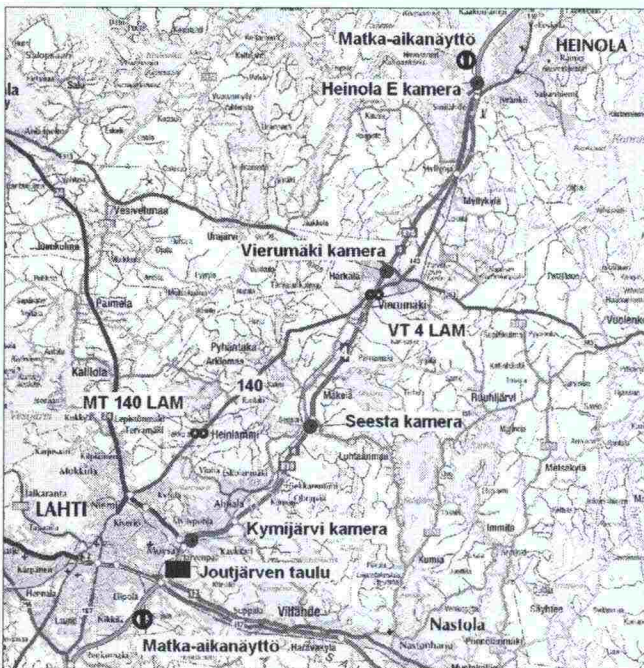
Heinola-Lahti sunnuntai 20.7.



## HANKKEEN KUVAAUS

Matka-aikojen seuranta ja muuttuva reittiopastus on Suomessa toteutettu vt 4:llä Lahden ja Heinolan välillä. Ohituskaistatie ruuhkautuu säännöllisesti kesäviikonloppujen ja pyhien pitkämatkaisesta liikenteestä. Opastusjärjestelmän tarkoituksena on vähentää tien ruuhkautumisesta aiheutuvia haittoja.

Matka-ajan mittausjärjestelmä perustuu ajoneuvojen rekisterikilpien automaattiseen tunnistamiseen neljässä mittauspisteessä (molempiin suuntiin). Keskimääräinen matka-aika lasketaan linkeittäin useasta ajoneuvosta ja tulosten perusteella määritetään odotettavissa oleva matka-aika, joka esitetään tienvarsiopasteissa sekä Tiehallinnon internet-sivuilla. Järjestelmää on laajennettu kesällä 2002 asentamalla Joutjärven kohdalle Heinolan suuntaan muuttuva tekstimuotoinen opastustaulu, jonka tarkoituksena on kertoa ruuhkan vakavuudesta ja poikkeustilanteista sekä ohjata liikennettä vaihtoehtoiselle reitille. Joutjärven taulu toimii automaattisesti ennalta asetettujen raja-arvojen mukaisesti, mutta viestejä voidaan asettaa myös käsin Tiehallinnon liikennekeskuksesta. Lisäksi seuranta-alueella on kaksi liikenteen automaattista pistemittausasemaa, joita hyödynnetään ajantasaisesti liikennetilanteen seurannassa.



## HANKKEEN MERKITYS JA TARVE

Järjestelmällä tuotetun tiedotuksen ja opastuksen tavoitteena on rauhoittaa liikennettä ja parantaa liikenteen sujuvuutta sekä ruuhkatilanteissa ohjata liikennettä vaihtoehtoiselle reitille mt 140:lle.

Kesällä 2003 vt 4 ruuhkautui viikonlopun menoliikenteessä säännöllisesti toukokuun puolivälistä lokakuun puoliväliin. Lisäksi ruuhkia esiintyi juhlapyhien yhteydessä sekä onnettomuustilanteissa. Yleensä ruuhkat kestivät 3–5 tuntia, juhannuksena noin 9 tuntia. Paluuliikenteessä ruuhkia esiintyi lähes yhtä usein, mutta ne olivat yleensä lievempiä.

Vastaavaa tiedotusjärjestelmää ei ole käytössä muualla Suomessa.

## HANKKEEN KUSTANNUKSET

Käytössä olevan järjestelmän laitteisto on osittain vanhaa, mistä syystä todellisten hankintakustannusten sijaan on tarkasteltu uuden vastaavan järjestelmän hankintakustannuksia.

	a-hinta €	kpl	€
Tekstimuotoinen näyttötaulu	60 000	1	60 000
Matka-aikanäyttö	20 000	2	40 000
Taulujen asennus, portaali	20 000	1	20 000
Liikennekeskuksen laitteisto	26 000	1	26 000
Matka-ajan mittausjärjestelmä	18 000	4	72 000
<b>Investointi yhteensä</b>			<b>218 000</b>

Lisäksi järjestelmän hallintaa varten tarvitaan pistemittaus tietoa (LAM-pisteiltä) sekä ruuhkautuvalta väylältä että rinnakaistialta. LAM-pisteiden kustannukset eivät sisälly esitettyyn kustannusarvioon.

Nykyisen osittain vanhaan tekniikkaan perustuvan järjestelmän korjauskustannukset ovat olleet korkeammat kuin vastaavan uuden järjestelmän. Lisäksi järjestelmän tekniikkaa ja ohjelmistoa on kehitetty edelleen. Vastaavan uuden ”valmiin” järjestelmän käyttö- ja ylläpitokustannukset ovat arviolta 10 000–15 000 euroa vuodessa, riippuen mm. tiedonsiirtotarkkuudesta.



## VAIKUTUKSET

Järjestelmän vaikutuksia arvioitiin vt 4:n vuoden 2003 ruuhkatilanteista kerätyn mittaustiedon ja järjestelmän ohjauslokitiedostojen perusteella.

Vt 4:n havaittiin ruuhkautuvan 15 minuutin kysyntähuipuissa, joita vastaava tunnin liikennemäärä oli 1400–1570 ajoneuvoa ruuhkasuuntaan. Todellisuudessa kysyntähuiput esiintyivät tilanteissa, joiden havaittu tuntiliikennemäärä oli välillä 1280–1480 ajon/h ruuhkasuuntaan. Suuri vaihteluväli johtuu todennäköisesti ohituskastoista, jotka tekevät väylästä häiriöherkän. Ruuhkautumisen alkamisen jälkeen vt 4:n välityskyky putoaa tasolle 960–1200 ajon/h. Rinnakkaistien mt 140 välityskyvyksi arvioitiin LAM-pistetietojen perusteella yli 1200 ajon/h ruuhkasuuntaan. Välityskyky ei ylittynyt tarkastelluissa ruuhkatilanteissa. Juhannusta lukuun ottamatta rinnakkaistielle olisi voinut ohjata enemmän liikennettä.

Arvioinnin perusteella muuttuva reittiopastus siirtää liikennettä rinnakkaistielle ja siten lieventää ruuhkautumisen haittoja vt 4:llä. Tekstimuotoinen opastus lisää liikenteen siirtymistä rinnakkaistielle erityisesti ruuhkautumisen alkuvaiheessa, jolloin ruuhkasta muodostuu lievempi. Odottamattomissa ruuhkatilanteissa pelkkä matka-aikanäyttö ei saa aikaan toivottavaa siirtymää vaihtoehtoiselle reitille. Tilanteessa, jossa kuljettajat ovat oppineet luottamaan opastusjärjestelmään, on rinnakkaistielle siirtyvän liikenteen osuus 20–26 % reittien pitkämatkaisesta liikenteestä ruuhkan aikana.

Ruuhkien lieventyessä myös polttoaine- ja ympäristökustannukset pienenevät. Järjestelmä parantaa liikenneturvallisuutta, kun kuljettajat osaavat varautua mahdolliseen jonoutumiseen. Matka-aikainformaation on todettu parantavan matkustusmukavuutta ja vähentävän tienkäyttäjien kokemaa, epävarmuuden aiheuttamaa stressiä.

## KANNATTAVUUS

Järjestelmän yhteiskuntataloudellisen kannattavuuden arvioimiseksi laadittiin pinoavaan jonomalliin perustuva viivytysten laskentamalli. Malli kalibroitiin siten, että sen antamat tulokset vastasivat matka-aikamittauksia toteutuneissa ruuhkissa. Opastuksen hyödyt laskettiin olettamalla, että rinnakkaistielle mt 140 olisi opastuksen aikana ohjautunut 30 % vähemmän liikennettä, ellei järjestelmää olisi olemassa. Oletus perustuu aikaisempaan suomalaiseen tutkimustulokseen.

Tulosten perusteella suorat aikakustannushyödyt tavanomaisessa menoliikenteen ruuhkatilanteessa, jossa kuljettajat ovat oppineet luottamaan järjestelmään,

ovat noin 10 000 euroa. Näistä kertyy vuositasolla arviolta 260 000 euron aikahyöty. Lisäksi matka-aikainformaatiolla on muita laskelmaan sisällyttämättömiä vaikutuksia. Samoin onnettomuustilanteissa opastus on erittäin tärkeässä roolissa.

10 vuoden laskenta-ajalla järjestelmän hyötykustannussuhteeksi arvioitiin 8.8. Lyhyemmällä 5 vuoden käyttöajalla tai ruuhkien määrän laskiessa puoleen hyöty-kustannussuhde on yli 4. Ottaen huomioon laskelman ulkopuoliset, merkittävät vaikutukset voidaan sanoa, että järjestelmä on erittäin kannattava myös herkkyytarkastelujen valossa.

## TOTEUTUKSEN ARVIOINTI

Nykyisessä opastusjärjestelmässä vt 4:llä opastus aloitetaan vasta välityskyvyn romahdettua. Opastuksen vaikuttavuuden parantamiseksi erityisesti ruuhkan alkuvaiheessa tulisi opastustekstejä tehostaa. Onnettomuustilanteissa opastuksen vaikuttavuutta voidaan parantaa käyttämällä erikoistilanteisiin tarkoitettuja viestejä. Tulevaisuudessa voidaan käyttää lyhyen aikavälin ennustemenetelmiä matka-aikaestimaattien tarkkuuden parantamiseksi.

Arvioinnin perusteella järjestelmän käyttöönotto olisi kannattavaa vastaavilla väylillä, joilla 20 000 ajoneuvon vuorokausiliikenne (poikkileikkauksessa) ylittyy 10 päivänä vuodessa ja joiden liikenteen vaihtelu vastaa VT 4 vaihtelua. Tällöin on edellytyksenä, että käytössä on riittävän korkeatasoinen vaihtoehtoinen reitti. Mikäli opastus kohdistuu erityisesti työmatkaliikenteeseen tai kuljetuksiin, ovat hyödyt esitettyjä suuremmat. Matka-aikainformaation ja reittiopastuksen kannalta hyviä sovelluskohteita ovat suurimpien kaupunkien ohitustiet, pääkaupunkiseudun pääväylät sekä vilkasliikenteiset päätiet suurten parannustöiden yhteydessä. Arvioinnissa ei käsitelty teknistä toimivuutta tai opastustaulujen havaittavuutta.

## YHTEENVETO VAIKUTUKSISTA

ARVIOINTI LIIKENNEPOLIITTISTEN TAVOITTEIDEN NÄKÖKULMASTA						
Hankkeen keskeiset vaikutukset liikennepoliittisten tavoitealueiden näkökulmasta (++=parantaa merkittävästi, --=heikentää merkittävästi)	Palvelutaso ja kustannukset	Turvallisuus ja terveys	Sosiaalinen kestävyys	Alueiden ja yhdyskuntien keh.	Luontoon kohdistuvat haitat	Tietoyhteiskunnan kehittäminen
Ruuhkien keston ja vakavuuden aleneminen	++	+			+	
Liikenteen rauhoittuminen ja nopeuserojen tasaantuminen (?)	+	+			+	
Sekundääristen onnettomuuksien riskin pieneminen	+	+				
Matkustusmukavuuden parantuminen ja stressin väheneminen	+	++				
Liikennemäärän lisääntyminen MT 140:llä	-	-			-	

ISSN 1457-9871  
ISBN 951-803-241-6  
TIEH 3200865